SITZUNGSBERICHTE

DER

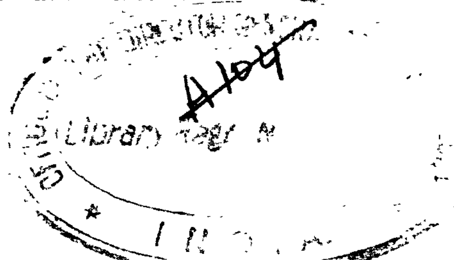
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

JAHRGANG 1910.

ERSTER HALBBAND. JANUAR BIS JUNI.

STÜCK I—XXXIII MIT VIER TAFELN
UND DEM VERZEICHNISS DER MITGLIEDER AM 1. JANUAR 1910.



BERLIN 1910.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

INHALT.

Inhalt.

VERZEICHNISS

DER

MITGLIEDER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

AM 1. JANUAR 1910.

I. BESTÄNDIGE SECRETARE.

	Gewählt von der	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Auwers*	phys.-math. Classe	1878 April 10.
- *Vahlen*	phil.-hist. -	1893 April 5.
- *Diels*	phil.-hist. -	1895 Nov. 27.
- *Waldeyer*	phys.-math. -	1896 Jan. 20.

II. ORDENTLICHE MITGLIEDER.

Physikalisch-mathematische Classe	Philosophisch-historische Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Arthur Auwers*		1866 Aug. 18.
	Hr. *Johannes Vahlen*	1874 Dec. 16.
	- *Alexander Conze*	1877 April 23.
- *Simon Schwendener*		1879 Juli 13.
- *Hermann Munk*		1880 März 10.
	- *Adolf Tobler*	1881 Aug. 15.
	- *Hermann Diels*	1881 Aug. 15.
- *Hans Landolt*		1881 Aug. 15.
- *Wilhelm Waldeyer*		1884 Febr. 18.
	- *Heinrich Brunner*	1884 April 9.
- *Franz Eilhard Schulze*		1884 Juni 21.
	- *Otto Hirschfeld*	1885 März 9.
	- *Eduard Sachau*	1887 Jan. 24.
	- *Gustav von Schmoller*	1887 Jan. 24.
	- *Wilhelm Dilthey*	1887 Jan. 24.
- *Adolf Engler*		1890 Jan. 29.
	- *Adolf Harnack*	1890 Febr. 10.
- *Hermann Amandus Schwarz*		1892 Dec. 19.
- *Georg Frobenius*		1893 Jan. 14.
- *Emil Fischer*		1893 Febr. 6.
- *Oskar Hertwig*		1893 April 17.

Physikalisch-mathematische Classe	Philosophisch-historische Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Max Planck*		1894 Juni 11.
	Hr. *Karl Stumpf*	1895 Febr. 18.
	- *Erich Schmidt*	1895 Febr. 18.
	- *Adolf Erman*	1895 Febr. 18.
- *Emil Warburg*		1895 Aug. 13.
- *Jakob Heinrich van't Hoff*		1896 Febr. 26.
	- *Reinhold Koser*	1896 Juli 12.
	- *Max Lenz*	1896 Dec. 14.
	- *Reinhard Kekule von Stradonitz*	1898 Juni 9.
	- *Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff*	1899 Aug. 2.
- *Wilhelm Branca*		1899 Dec. 18.
- *Robert Helmert*		1900 Jan. 31.
- *Heinrich Müller-Breslau*		1901 Jan. 14.
	- *Heinrich Zimmer*	1902 Jan. 13.
	- *Heinrich Dressel*	1902 Mai 9.
	- *Konrad Burdach*	1902 Mai 9.
- *Friedrich Schottky*		1903 Jan. 5.
	- *Gustav Roethe*	1903 Jan. 5.
	- *Dietrich Schäfer*	1903 Aug. 4.
	- *Eduard Meyer*	1903 Aug. 4.
	- *Wilhelm Schulze*	1903 Nov. 16.
	- *Alois Brandl*	1904 April 3.
- *Robert Koch*		1904 Juni 1.
- *Hermann Struve*		1904 Aug. 29.
- *Hermann Zimmermann*		1904 Aug. 29.
- *Adolf Martens*		1904 Aug. 29.
- *Walther Nernst*		1905 Nov. 24.
- *Max Rubner*		1906 Dec. 2.
- *Johannes Orth*		1906 Dec. 2.
- *Albrecht Penck*		1906 Dec. 2.
	- *Friedrich Müller*	1906 Dec. 24.
	- *Andreas Heusler*	1907 Aug. 8.
- *Heinrich Rubens*		1907 Aug. 8.
- *Theodor Liebisch*		1908 Aug. 3.
	- *Eduard Seler*	1908 Aug. 24.
	- *Heinrich Lüders*	1909 Aug. 5.

(Die Adressen der Mitglieder s. S. IX.)

III. AUSWÄRTIGE MITGLIEDER.

Physikalisch-mathematische Classe	Philosophisch-historische Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Theodor Nöldeke* in Strassburg	1900 März 5.
	- *Friedrich Imhoof-Blumer* in Winterthur	1900 März 5.
	- *Pasquale Villari* in Florenz	1900 März 5.
Hr. *Wilhelm Hittorf* in Münster i. W.		1900 März 5.
- *Eduard Suess* in Wien		1900 März 5.
- *Eduard Pflüger* in Bonn		1900 März 5.
	- *Léopold Delisle* in Paris	1902 Nov. 16.
Sir *Joseph Dalton Hooker* in Sunningdale		1904 Mai 29.
Hr. *Giovanni Virginio Schiaparelli* in Mailand		1904 Oct. 17.
- *Adolf von Baeyer* in München		1905 Aug. 12.
	- *Vatroslav von Jagić* in Wien	1908 Sept. 25.
	- *Panagiotis Kabbadias* in Athen	1908 Sept. 25.

IV. EHRENMITGLIEDER.

	Datum der Königlichen Bestätigung
Earl *of Crawford and Balcarres* in Haigh Hall, Wigan	1883 Juli 30.
Hr. *Max Lehmann* in Göttingen	1887 Jan. 24.
- *Friedrich Kohlrausch* in Marburg	1895 Aug. 13.
Hugo Graf *von und zu Lerchenfeld* in Berlin	1900 März 5.
Hr. *Richard Schöne* in Grunewald bei Berlin	1900 März 5.
Frau *Elise Wentzel* geb. *Heckmann* in Berlin	1900 März 5.
Hr. *Konrad von Studt* in Berlin	1900 März 17.
- *Andrew Dickson White* in Ithaca, N. Y.	1900 Dec. 12.
Rochus Frhr. *von Liliencron* in Berlin	1901 Jan. 14.

V. CORRESPONDIRENDE MITGLIEDER.

Physikalisch-mathematische Classe.

	Datum der Wahl
Hr. *Alexander Agassiz* in Cambridge, Mass.	1895 Juli 18.
- *Ernst Wilhelm Benecke* in Strassburg	1900 Febr. 8.
- *Eduard van Beneden* in Lüttich	1887 Nov. 3.
- *Oskar Brefeld* in Charlottenburg	1899 Jan. 19.
- *Heinrich Bruns* in Leipzig	1906 Jan. 11.
- *Otto Bütschli* in Heidelberg	1897 März 11.
- *Stanislao Cannizzaro* in Rom	1888 Dec. 6.
- *Karl Chun* in Leipzig	1900 Jan. 18.
- *Giacomo Ciamician* in Bologna	1909 Oct. 28.
- *Gaston Darboux* in Paris	1897 Febr. 11.
Sir *George Howard Darwin* in Cambridge	1908 Juni 25.
Hr. *Richard Dedekind* in Braunschweig	1880 März 11.
- *Nils Christofer Duner* in Uppsala	1900 Febr. 22.
- *Ernst Ehlers* in Göttingen	1897 Jan. 21.
- *Rudolf Fittig* in Strassburg	1896 Oct. 29.
- *Max Fürbringer* in Heidelberg	1900 Febr. 22.
Sir *Archibald Geikie* in Haslemere, Surrey	1889 Febr. 21.
- *David Gill* in London	1890 Juni 5.
Hr. *Paul Gordan* in Erlangen	1900 Febr. 22.
- *Karl Graebe* in Frankfurt a. M.	1907 Juni 13.
- *Ludwig von Graff* in Graz	1900 Febr. 8.
- *Gottlieb Haberlandt* in Graz	1899 Juni 8.
- *Julius Hann* in Wien	1889 Febr. 21.
- *Victor Hensen* in Kiel	1898 Febr. 24.
- *Richard Hertwig* in München	1898 April 28.
Sir *William Huggins* in London	1895 Dec. 12.
Hr. *Adolf von Koenen* in Göttingen	1904 Mai 5.
- *Leo Koenigsberger* in Heidelberg	1893 Mai 4.
- *Wilhelm Körner* in Mailand	1909 Jan. 7.
- *Henri Le Chatelier* in Paris	1905 Dec. 14.
- *Philipp Lenard* in Heidelberg	1909 Jan. 21.
- *Michel Lévy* in Paris	1898 Juli 28.

Physikalisch-mathematische Classe.

	Datum der Wahl
Hr. *Gabriel Lippmann* in Paris	1900 Febr. 22.
- *Hendrik Antoon Lorentz* in Leiden	1905 Mai 4.
- *Hubert Ludwig* in Bonn	1898 Juli 14.
- *Franz Mertens* in Wien	1900 Febr. 22.
- *Henrik Mohn* in Christiania	1900 Febr. 22.
- *Alfred Gabriel Nathorst* in Stockholm	1900 Febr. 8.
- *Karl Neumann* in Leipzig	1893 Mai 4.
- *Max Noether* in Erlangen	1896 Jan. 30.
- *Wilhelm Ostwald* in Gross-Bothen, Kgr. Sachsen	1905 Jan. 12.
- *Wilhelm Pfeffer* in Leipzig	1889 Dec. 19.
- *Émile Picard* in Paris	1898 Febr. 24.
- *Edward Charles Pickering* in Cambridge, Mass.	1906 Jan. 11.
- *Henri Poincaré* in Paris	1896 Jan. 30.
- *Georg Quincke* in Heidelberg	1879 März 13.
- *Ludwig Radlkofer* in München	1900 Febr. 8.
Sir *William Ramsay* in London	1896 Oct. 29.
Lord *Rayleigh* in Witham, Essex	1896 Oct. 29.
Hr. *Friedrich von Recklinghausen* in Strassburg	1885 Febr. 26.
- *Gustaf Retzius* in Stockholm	1893 Juni 1.
- *Theodore William Richards* in Cambridge, Mass.	1909 Oct. 28.
- *Wilhelm Konrad Röntgen* in München	1896 März 12.
- *Heinrich Rosenbusch* in Heidelberg	1887 Oct. 20.
- *Georg Ossian Sars* in Christiania	1898 Febr. 24.
- *Hugo von Seeliger* in München	1906 Jan. 11.
Hermann Graf *zu Solms-Laubach* in Strassburg	1899 Juni 8.
Hr. *Johann Wilhelm Spengel* in Giessen	1900 Jan. 18.
- *Eduard Strasburger* in Bonn	1889 Dec. 19.
- *Johannes Strüver* in Rom	1900 Febr. 8.
- *August Toepler* in Dresden	1879 März 13.
- *Melchior Treub,* z. Z. in Kairo	1900 Febr. 8.
- *Gustav von Tschermak* in Wien	1881 März 3.
Sir *William Turner* in Edinburg	1898 März 10.
Hr. *Woldemar Voigt* in Göttingen	1900 März 8.
- *Johannes Diderik van der Waals* in Amsterdam	1900 Febr. 22.
- *Otto Wallach* in Göttingen	1907 Juni 13.
- *Eugenius Warming* in Kopenhagen	1899 Jan. 19.
- *Heinrich Weber* in Strassburg	1896 Jan. 30.
- *August Weismann* in Freiburg i. B.	1897 März 11.
- *Julius Wiesner* in Wien	1899 Juni 8.
- *Ferdinand Zirkel* in Bonn	1887 Oct. 20.

Philosophisch-historische Classe.

	Datum der Wahl
Hr. *Karl von Amira* in München	1900 Jan. 18.
- *Ernst Immanuel Bekker* in Heidelberg	1897 Juli 29.
- *Friedrich von Bezold* in Bonn	1907 Febr. 14.
- *Eugen Bormann* in Wien	1902 Juli 24.
- *Émile Boutroux* in Paris	1908 Febr. 27.
- *James Henry Breasted* in Chicago	1907 Juni 13.
- *Ingram Bywater* in London	1887 Nov. 17.
- *René Cagnat* in Paris	1904 Nov. 3.
- *Arthur Chuquet* in Villemomble (Seine)	1907 Febr. 14.
- *Louis Duchesne* in Rom	1893 Juli 20.
- *Benno Erdmann* in Berlin	1903 Jan. 15.
- *Julius Euting* in Strassburg	1907 Juni 13.
- *Paul Foucart* in Paris	1884 Juli 17.
- *Percy Gardner* in Oxford	1908 Oct. 29.
- *Theodor Gomperz* in Wien	1893 Oct. 19.
- *Francis Llewellyn Griffith* in Oxford	1900 Jan. 18.
- *Gustav Gröber* in Strassburg	1900 Jan. 18.
- *Ignazio Guidi* in Rom	1904 Dec. 15.
- *Georgios N. Hatzidakis* in Athen	1900 Jan. 18.
- *Albert Hauck* in Leipzig	1900 Jan. 18.
- *Bernard Haussoullier* in Paris	1907 Mai 2.
- *Barclay Vincent Head* in London	1908 Oct. 29.
- *Johan Ludvig Heiberg* in Kopenhagen	1896 März 12.
- *Karl Theodor von Heigel* in München	1904 Nov. 3.
- *Antoine Héron de Villefosse* in Paris	1893 Febr. 2.
- *Léon Heuzey* in Paris	1900 Jan. 18.
- *Harald Hjärne* in Uppsala	1909 Febr. 25.
- *Maurice Holleaux* in Athen	1909 Febr. 25.
- *Edvard Holm* in Kopenhagen	1904 Nov. 3.
- *Théophile Homolle* in Paris	1887 Nov. 17.
- *Christian Hülsen* in Florenz	1907 Mai 2.
- *William James* in Cambridge, Mass.	1900 Jan. 18.
- *Adolf Jülicher* in Marburg	1906 Nov. 1.
- *Karl Justi* in Bonn	1893 Nov. 30.
- *Frederic George Kenyon* in London	1900 Jan. 18.
- *Georg Friedrich Knapp* in Strassburg	1893 Dec. 14.
- *Basil Latyschew* in St. Petersburg	1891 Juni 4.
- *Friedrich Leo* in Göttingen	1906 Nov. 1.
- *August Leskien* in Leipzig	1900 Jan. 18.
- *Émile Levasseur* in Paris	1900 Jan. 18.
- *Friedrich Loofs* in Halle a. S.	1904 Nov. 3.
- *Giacomo Lumbroso* in Rom	1874 Nov. 12.
- *Arnold Luschin von Ebengreuth* in Graz	1904 Juli 21.
- *John Pentland Mahaffy* in Dublin	1900 Jan. 18.

Philosophisch-historische Classe.

	Datum der Wahl
Hr. *Gaston Maspero* in Paris	1897 Juli 15.
- *Wilhelm Meyer-Lübke* in Wien	1905 Juli 6.
- *Adolf Michaelis* in Strassburg	1888 Juni 21.
- *Ludwig Mitteis* in Leipzig	1905 Febr. 16.
- *Gabriel Monod* in Versailles	1907 Febr. 14.
- *Benedictus Niese* in Halle a. S.	1905 Febr. 16.
- *Heinrich Nissen* in Bonn	1900 Jan. 18.
- *Georges Perrot* in Paris	1884 Juli 17.
- *Edmond Pottier* in Paris	1908 Oct. 29.
- *Wilhelm Radloff* in St. Petersburg	1895 Jan. 10.
- *Pio Rajna* in Florenz	1909 März 11.
- *Moriz Ritter* in Bonn	1907 Febr. 14.
- *Karl Robert* in Halle a. S.	1907 Mai 2.
- *Anton E. Schönbach* in Graz	1906 Juli 5.
- *Richard Schroeder* in Heidelberg	1900 Jan. 18.
- *Emil Schürer* in Göttingen	1893 Juli 20.
- *Eduard Schwartz* in Freiburg i. Br.	1907 Mai 2.
- *Émile Senart* in Paris	1900 Jan. 18.
- *Eduard Sievers* in Leipzig	1900 Jan. 18.
- *Henry Sweet* in Oxford	1901 Juni 6.
Sir *Edward Maunde Thompson* in London	1895 Mai 2.
Hr. *Vilhelm Thomsen* in Kopenhagen	1900 Jan. 18.
- *Girolamo Vitelli* in Florenz	1897 Juli 15.
- *Julius Wellhausen* in Göttingen	1900 Jan. 18.
- *Wilhelm Wilmanns* in Bonn	1906 Juli 5.
- *Ludvig Wimmer* in Kopenhagen	1891 Juni 4.
- *Wilhelm Windelband* in Heidelberg	1903 Febr. 5.
- *Wilhelm Wundt* in Leipzig	1900 Jan. 18.

INHABER DER HELMHOLTZ-MEDAILLE.

Hr. *Santiago Ramón y Cajal* in Madrid (1904).
- *Emil Fischer* in Berlin (1908).

INHABER DER LEIBNIZ-MEDAILLE.

a. Der Medaille in Gold.

Hr. *James Simon* in Berlin (1907).
- *Ernest Solvay* in Brüssel (1909).
- *Henry T. von Böttinger* in Elberfeld (1909).

b. Der Medaille in Silber.

Hr. *Karl Alexander von Martius* in Berlin (1907).
- *A. F. Lindemann* in Sidmouth, England (1907).

BEAMTE DER AKADEMIE.

Bibliothekar und Archivar: Dr. *Köhnke.*

Wissenschaftliche Beamte: Dr. *Dessau*, Prof. — Dr. *Ristenpart*, Prof. (beurlaubt). — Dr. *Harms*, Prof. — Dr. *Czeschka* Edler *von Maehrenthal*, Prof. — Dr. *von Fritze*. — Dr. *Karl Schmidt*, Prof. — Dr. Frhr. *Hiller von Gaertringen*, Prof.

Archivar und Bibliothekar der Deutschen Commission: Dr. *Behrend.*

WOHNUNGEN DER ORDENTLICHEN MITGLIEDER UND DER BEAMTEN.

Hr. Dr. *Auwers,* Prof., Geh. Ober-Regierungs-Rath, Lindenstr. 91. SW 68.
- - *Branca,* Prof., Geh. Bergrath, Lutherstr. 47. W 62.
- - *Brandl,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Kaiserin Augusta-Str. 73. W 10.
- - *Brunner,* Prof., Geh. Justiz-Rath, Lutherstr. 36. W 62.
- - *Burdach,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Grunewald, Schleinitzstr. 6.
- - *Conze,* Professor, Grunewald, Wangenheimstr. 17.
- - *Diels,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Nürnberger Str. 65. W 50.
- - *Dilthey,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Grunewald, Siemensstr. 37.
- - *Dressel,* Professor, Kronenstr. 16. W 8.
- - *Engler,* Prof., Geh. Ober-Regierungs-Rath, Dahlem bei Steglitz, Altensteinstr. 2.
- - *Erman,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Dahlem bei Steglitz, Peter Lenné-Str. 72.
- - *Fischer,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Hessische Str. 1—4. N 4.
- - *Frobenius,* Professor, Charlottenburg, Leibnizstr. 83.
- - *Harnack,* Prof., Wirkl. Geh. Ober-Regierungs-Rath, Fasanenstr. 33. W 15.
- - *Helmert,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Potsdam, Geodätisches Institut.
- - *Hertwig,* Prof., Geh. Medicinal-Rath, Grunewald, Wangenheimstr. 28.
- - *Heusler,* Professor, Victoria Luise-Platz 12. W 30.
- - *Hirschfeld,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Charlottenburg, Carmerstr. 3.
- - *van't Hoff,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Steglitz, Filandastr. 9.
- - *Kekule von Stradonitz,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Landgrafenstr. 19. W 62.
- - *Koch,* Prof., Wirkl. Geh. Rath, Kurfürstendamm 52. W 15.
- - *Koser,* Wirkl. Geh. Ober-Regierungs-Rath, Charlottenburg, Carmerstr. 9.
- - *Landolt,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Kaiserallee 222. W 15.
- - *Lenz,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Augsburger Str. 39. W 50.
- - *Liebisch,* Prof., Geh. Bergrath, Charlottenburg, Kantstr. 31.
- - *Lüders,* Prof., Charlottenburg, Sybelstr. 20.
- - *Martens,* Prof., Geh. Ober-Regierungs-Rath, Gross-Lichterfelde-West, Fontanestr. 22.
- - *Meyer,* Professor, Gross-Lichterfelde-West, Mommsenstr. 7/8.
- - *Müller,* Professor, Zehlendorf, Berliner Str. 3.
- - *Müller-Breslau,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Grunewald, Kurmärker Str. 8.
- - *Munk,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Matthäikirchstr. 4. W 10.
- - *Nernst,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Am Karlsbad 26a. W 35.
- - *Orth,* Prof., Geh. Medicinal-Rath, Grunewald, Humboldtstr. 16.
- - *Penck,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Knesebeckstr. 48/49. W 15.

Hr. Dr. *Planck,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Grunewald, Wangenheimstr. 21.
- - *Roethe,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Westend, Ahornallee 39.
- - *Rubens,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Neue Wilhelmstr. 16. NW 7.
- - *Rubner,* Prof., Geh. Medicinal-Rath, Kurfürstenstr. 99a. W 62.
- - *Sachau,* Prof., Geh. Ober-Regierungs-Rath, Wormser Str. 12. W 62.
- - *Schäfer,* Prof., Grossherzogl. Badischer Geh. Rath, Steglitz, Friedrichstr. 7.
- - *Schmidt,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Augsburger Str. 43. W 50.
- - *von Schmoller,* Professor, Wormser Str. 13. W 62.
- - *Schottky,* Professor, Steglitz, Fichtestr. 12a.
- - *Schulze, Franz Eilhard,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Invalidenstr. 43. N 4.
- - *Schulze, Wilhelm,* Professor, Kaiserin Augusta-Str. 72. W 10.
- - *Schwarz,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Grunewald, Humboldtstr. 33.
- - *Schwendener,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Matthäikirchstr. 28. W 10.
- - *Seler,* Professor, Steglitz, Kaiser Wilhelm-Str. 3.
- - *Struve,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Enckeplatz 3a. SW 48.
- - *Stumpf,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Augsburger Str. 45. W 50.
- - *Tobler,* Professor, Kurfürstendamm 25. W 15.
- - *Vahlen,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Genthiner Str. 22. W 35.
- - *Waldeyer,* Prof., Geh. Medicinal-Rath, Lutherstr. 35. W 62.
- - *Warburg,* Professor, Charlottenburg, Marchstr. 25b.
- - *von Wilamowitz-Moellendorff,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Westend, Eichenallee 12.
- - *Zimmer,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Halensee, Auguste Victoria-Str. 3.
- - *Zimmermann,* Wirkl. Geh. Ober-Baurath, Calvinstr. 4. NW 52.

Hr. Dr. *Behrend,* Archivar und Bibliothekar der Deutschen Commission, Gross-Lichterfelde-West, Knesebeckstr. 8a.
- - *Czeschka* Edler *von Maehrenthal,* Professor, Wissenschaftlicher Beamter, Stendaler Str. 3. NW 5.
- - *Dessau,* Professor, Wissenschaftlicher Beamter, Charlottenburg, Carmerstr. 8.
- - *von Fritze,* Wissenschaftlicher Beamter, Courbièrestr. 14. W 62.
- - *Harms,* Professor, Wissenschaftlicher Beamter, Friedenau, Ringstr. 44.
- - Freiherr *Hiller von Gaertringen,* Professor, Wissenschaftlicher Beamter, An der Apostelkirche 8. W 57.
- - *Köhnke,* Bibliothekar und Archivar, Charlottenburg, Goethestr. 6.
- - *Ristenpart,* Professor, Wissenschaftlicher Beamter, ist beurlaubt.
- - *Schmidt, Karl,* Professor, Wissenschaftlicher Beamter, Bayreuther Str. 20. W 62.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1910.
I.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

6. Januar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Frobenius las: Über die mit einer Matrix vertauschbaren Matrizen.

Die Anzahl der linear unabhängigen Matrizen, die mit einer gegebenen Form vertauschbar sind, wird auf rationalem Wege hergeleitet, ebenso die Anzahl der symmetrischen und der alternirenden Matrizen, die eine Form in die conjugirte transformiren. Jede Matrix kann aus zwei symmetrischen zusammengesetzt werden, jede orthogonale Substitution aus zwei symmetrischen orthogonalen.

2. Hr. Rubens legte eine Mittheilung vor über seine gemeinsam mit Hrn. H. Hollnagel angestellten Messungen im langwelligen Spectrum. (Ersch. später.)

Mit Hülfe eines Quarzinterferometers wurde die mittlere Wellenlänge und Energievertheilung der Reststrahlen von Steinsalz, Sylvin, Bromkalium und Jodkalium untersucht. Da die Methode gestattete, mit sehr geringen Energiemengen zu arbeiten, war es möglich, bis zu sehr grossen Wellenlängen vorzudringen. Die mittlere Wellenlänge der Reststrahlen von Jodkalium, $\lambda = 96.7\,\mu$, konnte noch genau gemessen werden. Ferner wurden die Eigenschaften dieser bisher unbekannten langwelligen Strahlung untersucht.

3. Die Akademie hat dem correspondirenden Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Ludwig Radlkofer in München, der am 19. December 1909 das 80. Lebensjahr vollendet hat, und dem correspondirenden Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hrn. Karl Justi in Bonn, der am 22. December 1909 das fünfzigjährige Doctorjubiläum beging, Adressen gewidmet, deren Wortlaut unten folgt.

4. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: von Unternehmungen der Deutschen Commission der Akademie »Deutsche Texte des Mittelalters.« Bd. 15. Die Lilie hrsg. von P. Wüst, Bd. 17. Die Heidelberger Handschrift cod. Pal. germ. 341 hrsg. von G. Rosenhagen. Berlin 1909, und »Wielands Gesammelte Schriften.« Abt. I: Werke. Bd. 2 hrsg. von F. Homeyer, Abt. II: Übersetzungen. Bd. 2 hrsg. von E. Stadler. Berlin 1909; weiter W. Volz, Nord-Sumatra. Bd. 1. Berlin 1909,

Bericht über eine im Auftrage der Humboldt-Stiftung der Akademie ausgeführte Forschungsreise; Bd. 3 der im Auftrage der cartellirten deutschen Akademien von F. Hasenöhrl herausgegebenen Wissenschaftlichen Abhandlungen von L. Boltzmann. Leipzig 1909; endlich von dem von F. Loewe und H. Zimmermann herausgegebenen Teil 5 des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften Bd. 6, Lief. 2 und Bd. 7 (2. Aufl.). Leipzig 1908—10, und Th. Mommsen, Gesammelte Schriften. Bd. 7. Philologische Schriften. Berlin 1909.

5. Die Akademie hat durch die physikalisch-mathematische Classe ihrem correspondirenden Mitglied Hrn. Friedrich von Recklinghausen in Strassburg zur Herausgabe eines monographischen Werkes über Rachitis und Osteomalacie 3000 Mark bewilligt.

Die Akademie hat das correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Ludwig Mond in London am 11. December 1909 und das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hrn. Ludwig Friedländer in Strassburg am 16. December 1909 durch den Tod verloren.

Über die mit einer Matrix vertauschbaren Matrizen.

Von G. FROBENIUS.

Ist C eine Matrix des Grades n, so ist die Anzahl r der linear unabhängigen Matrizen R, die mit C vertauschbar sind,

$$r = n + 2(n_1 + n_2 + n_3 + \cdots),$$

wo n_k der Grad des größten gemeinsamen Divisors aller Determinanten $(n-k)$ten Grades der Matrix

$$xE - C = B$$

ist. Diese Formel habe ich am Ende des § 7 meiner Arbeit *Über lineare Substitutionen und bilineare Formen*, CRELLES *Journal, Bd. 84*, ohne Beweis angegeben. Hr. MAURER in seiner Dissertation *Zur Theorie der linearen Substitutionen*, 1887, Hr. VOSS, Sitzungsber. d. Bayr. Akad. d. Wiss. 1889, und Hr. HENSEL, CRELLES Journal Bd. 127, haben diese Formel aus der Transformation von C in die Normalform von WEIERSTRASS hergeleitet. Einen anderen Beweis, der nur rationale Operationen erfordert, hat Hr. LANDSBERG in seiner Arbeit *Über Fundamentalsysteme und bilineare Formen*, CRELLES *Journal Bd. 116*, entwickelt mit Hilfe der Normalform A, auf die ich B durch zwei Transformationen L und M gebracht habe, deren Koeffizienten ganze Funktionen von x sind, während ihre Determinanten von x unabhängig sind. Dieser Beweis ist aber durch das Hineinziehen des Begriffs des Fundamentalsystems unnötig kompliziert worden. Wenn die Transformation von B in A bekannt ist, so ist die folgende Methode, alle mit C vertauschbaren Matrizen R zu finden und die Anzahl r der unabhängigen darunter zu ermitteln, die natürlichste und einfachste.

§ 1.

Wenn die Elemente einer Matrix ganze Funktionen einer Variabeln x sind (und nur solche Matrizen werden hier benutzt), so nenne ich sie eine *ganze* Matrix; wenn die Elemente von x unabhängig sind, eine *konstante* Matrix. Sind die Determinanten von L und M gleich 1, so sind auch die reziproken Matrizen L^{-1} und M^{-1} ganz.

Die Form $B = xE - C$ gehe durch die Substitutionen L und M^{-1} in A über, so daß

(1.) $$LB = AM, \qquad LBM^{-1} = A$$

ist. P und Q seien irgend zwei ganze Matrizen, die der Bedingung

(2.) $$PA = AQ$$

genügen; also nicht nur in P, sondern auch in $A^{-1}PA = Q$ sollen die Elemente ganze Funktionen von x sein. Dann ist

$$P(LBM^{-1}) = (LBM^{-1})Q, \qquad (L^{-1}PL)B = B(M^{-1}QM).$$

In der Form B ist die höchste Potenz von x, die erste, mit der Form E multipliziert, deren Determinante nicht verschwindet. Daher kann man durch ein der Division verwandtes Verfahren eine ganze Matrix U und eine konstante Matrix R so bestimmen, daß

$$L^{-1}PL = BU + R$$

wird, und es sind der Quotient U und der Rest R völlig bestimmte Matrizen (*Theorie der linearen Formen mit ganzen Koeffizienten*, § 13; *Crelles Journal Bd. 86*). Ebenso kann man

$$M^{-1}QM = U_1 B + R_1$$

setzen, wo R_1 eine konstante Matrix ist. Dann ist

$$(BU + R)B = B(U_1 B + R_1), \qquad B(U - U_1)B = BR_1 - RB.$$

Wäre nun $U - U_1$ von Null verschieden, so wäre die linke Seite in x mindestens vom zweiten, die rechte aber nur vom ersten Grade. Daher ist $U_1 = U$ und $(xE - C)R_1 = R(xE - C)$, und mithin, da C, R und R_1 von x unabhängig sind, $R_1 = R$ und $CR = RC$. Aus jedem Matrizenpaar P, Q, das der Bedingung (2.) genügt, ergibt sich so, wenn L und M bekannt sind, eindeutig eine konstante Matrix R, die mit C vertauschbar ist.

Sei umgekehrt R irgendeine solche Matrix, also

(3.) $$RB = BR.$$

Sei U eine willkürlich angenommene ganze Matrix, und

$$P = L(BU + R)L^{-1}, \qquad Q = M(UB + R)M^{-1}$$

oder

(4.) $$L^{-1}PL = BU + R, \qquad M^{-1}QM = UB + R.$$

Dann ist

$$(L^{-1}PL)B = B(M^{-1}QM), \qquad P(LBM^{-1}) = (LBM^{-1})Q,$$

und mithin $PA = AQ$.

Der Matrix R entsprechen also unzählig viele Paare P, Q. Sei P, Q ein bestimmtes Paar, erhalten mittels der bestimmten Matrix U, sei $P-P_0$, $Q-Q_0$ irgendein anderes, erhalten mittels der Matrix $U-U_0$, dann ist

$$L^{-1}P_0L = BU_0 = (L^{-1}AM)U_0, \qquad M^{-1}Q_0M = U_0B = U_0(L^{-1}AM),$$

oder wenn man $MU_0L^{-1} = T$ setzt, $P_0 = AT, \quad Q_0 = TA$.

Demnach ist, wenn T eine willkürliche ganze Matrix ist,

$$(5.) \qquad P-AT, \qquad Q-TA$$

das allgemeinste Paar von Matrizen, das der konstanten, mit B vertauschbaren Matrix R entspricht.

Jetzt sei A die Normalform, also $a_{\alpha\beta} = 0$, wenn α von β verschieden ist, $a_{\alpha\alpha} = a_\alpha$, und a_α durch $a_{\alpha+1}$ teilbar. Ist a_m der letzte *Elementarteiler* von $|B|$, der x enthält, so können $a_{m+1} = \cdots = a_n = 1$ gesetzt werden. Die Bedingung $PA = AQ$ ergibt dann

$$p_{\alpha\beta}\,a_\beta = a_\alpha\,q_{\alpha\beta}\,.$$

Sind daher $s_{\alpha\beta}$ ganze Funktionen von x, so ist, falls $\alpha \leq \beta$ ist,

$$p_{\alpha\beta} = \frac{a_\alpha}{a_\beta}\,s_{\alpha\beta}\,, \qquad p_{\beta\alpha} = s_{\beta\alpha}\,,$$
$$q_{\alpha\beta} = s_{\alpha\beta}\,, \qquad q_{\beta\alpha} = \frac{a_\alpha}{a_\beta}\,s_{\beta\alpha}\,.$$

Die Elemente von $P-AT$ und $Q-TA$ sind demnach

$$p_{\alpha\beta} - a_\alpha t_{\alpha\beta} = \frac{a_\alpha}{a_\beta}(s_{\alpha\beta} - a_\beta t_{\alpha\beta})\,, \qquad p_{\beta\alpha} - a_\beta t_{\beta\alpha} = s_{\beta\alpha} - a_\beta t_{\beta\alpha}\,,$$
$$q_{\alpha\beta} - a_\beta t_{\alpha\beta} = s_{\alpha\beta} - a_\beta t_{\alpha\beta}\,, \qquad q_{\beta\alpha} - a_\alpha t_{\beta\alpha} = \frac{a_\alpha}{a_\beta}(s_{\beta\alpha} - a_\beta t_{\beta\alpha})\,.$$

Ist e_β der Grad von a_β, so kann man $t_{\alpha\beta}$ so wählen, daß der Grad von $s_{\alpha\beta} - a_\beta t_{\alpha\beta}$ kleiner als e_β wird, und durch diese Bedingung ist der Quotient $t_{\alpha\beta}$ und der Rest $s_{\alpha\beta} - a_\beta t_{\alpha\beta}$ völlig bestimmt. Der Matrix R entspricht demnach nur ein Matrizenpaar

$$(6.) \quad P = \begin{array}{ccccc} s_{11} & \frac{a_1}{a_2}s_{12} & \frac{a_1}{a_3}s_{13} & \frac{a_1}{a_4}s_{14} & . \\ s_{21} & s_{22} & \frac{a_2}{a_3}s_{23} & \frac{a_2}{a_4}s_{24} & . \\ s_{31} & s_{32} & s_{33} & \frac{a_3}{a_4}s_{34} & . \\ s_{41} & s_{42} & s_{43} & s_{44} & . \\ . & . & . & . & . \end{array}\,, \quad Q = \begin{array}{ccccc} s_{11} & s_{12} & s_{13} & s_{14} & . \\ \frac{a_1}{a_2}s_{21} & s_{22} & s_{23} & s_{24} & . \\ \frac{a_1}{a_3}s_{31} & \frac{a_2}{a_3}s_{32} & s_{33} & s_{34} & . \\ \frac{a_1}{a_4}s_{41} & \frac{a_2}{a_4}s_{42} & \frac{a_3}{a_4}s_{43} & s_{44} & . \\ . & . & . & . & . \end{array}$$

worin der Grad von $s_{\alpha\beta}$ kleiner ist als die kleinere der beiden Zahlen e_α und e_β. Dann will ich das Paar P, Q ein *reduziertes* nennen. Die Anzahl der linear unabhängigen Matrizen R ist daher gleich der Anzahl solcher Matrizen P (oder Q). Nun enthält s_{11} als willkürliche ganze Funktion von x vom Grade $e_1 - 1$ genau e_1 willkürliche Konstanten. Jede der 3 Funktionen s_{21}, s_{22}, s_{12} enthält e_2 Konstanten, jede der 5 Funktionen $s_{31}, s_{32}, s_{33}, s_{23}, s_{13}$ enthält e_3 Konstanten, jede der 7 Funktionen $s_{41}, s_{42}, s_{43}, s_{44}, s_{34}, s_{24}, s_{14}$, worin der größere der beiden Indizes gleich 4 ist, enthält e_4 Konstanten. Die Anzahl der unabhängigen Matrizen P oder Q oder R ist demnach

$$(7.)\qquad r = e_1 + 3e_2 + 5e_3 + 7e_4 \cdots = \sum (2\mu - 1)\, e_\mu = \sum \mu^2 (e_\mu - e_{\mu+1})\,.$$

Ist

$$n_k = e_{k+1} + \cdots + e_m$$

der Grad des größten gemeinsamen Divisors

$$a_{k+1} \cdots a_m$$

aller Determinanten $(n-k)^{\text{ten}}$ Grades von A oder B, so ist

$$(8.)\qquad r = n + 2\,(n_1 + n_2 + \cdots + n_m)\,.$$

§ 2.

Wenn man eine ganze Funktion $p(x)$ durch eine lineare Funktion $x - c$ dividiert, $p(x) = (x-c)\; u(x) + r$, so kann man den konstanten Rest r auch finden, indem man $x = c$ setzt, $r = p(c)$. In ähnlicher Weise kann man aus der Bedingung

$$L^{-1} PL = (xE - C)\, U + R$$

die konstante Matrix R bestimmen. Ist, nach Potenzen von x entwickelt,

$$L^{-1} PL = P_0 + P_1 x + P_2 x^2 + \cdots,$$
$$U = U_0 + U_1 x + U_2 x^2 + \cdots,$$

so ist

$$P_0 = R - CU_0\,,$$
$$P_1 = U_0 - CU_1\,,$$
$$P_2 = U_1 - CU_2\,,$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

Mithin ist

$$(1.)\qquad R = P_0 + CP_1 + C^2 P_2 + \cdots$$

und

$$(2.)\qquad U = P_1 + (C + rE)\, P_2 + (C^2 + rC + r^2 E)\, P_3 + \cdots.$$

Ist speziell $P = Q = g(x)E$, wo $g(x)$ eine ganze Funktion von x ist, so wird $L^{-1}PL = g(x)E$ und

$$R = g(C). \tag{3.}$$

Entspricht einem Matrizenpaar P_1, Q_1 vermöge der Beziehung (4.), § 1 die Matrix R_1 und dem Paar P_2, Q_2 die Matrix R_2, so entspricht, wenn g_1 und g_2 Konstanten sind, dem Paar $g_1 P_1 + g_2 P_2$, $g_1 Q_1 + g_2 Q_2$ die Matrix $g_1 R_1 + g_2 R_2$, und dem Paar $P_1 P_2$, $Q_1 Q_2$ (das auch der Bedingung (2.), § 1 genügt) die Matrix $R_1 R_2$. Denn aus

$$L^{-1} P_1 L = BU_1 + R_1, \qquad L^{-1} P_2 L = BU_2 + R_2$$

folgt

$$L^{-1}(P_1 P_2) L = BU + R,$$

wo

$$R = R_1 R_2, \qquad U = U_1 BU_2 + U_1 R_2 + U_2 R_1$$

ist. Dem Paar $g(x)P$, $g(x)Q$ entspricht daher die Matrix $g(C)R = Rg(C)$. Entspricht dem Paare $P_\varkappa$, $Q_\varkappa$ die Matrix $R_\varkappa$, so entspricht dem Paare

$$P = \sum g_\varkappa(x) P_\varkappa, \qquad Q = \sum g_\varkappa(x) Q_\varkappa$$

die Matrix

$$R = \sum g_\varkappa(C) R_\varkappa.$$

Die allgemeinste mit C vertauschbare Matrix R haben wir aus r linear unabhängigen Matrizen R_ϱ zusammengesetzt,

$$R = \sum g_\varrho R_\varrho$$

mit r willkürlichen Konstanten g_ϱ. Läßt man für die Faktoren g ganze Funktionen $g(C)$ von C zu, so kann man R aus nur m^2 Matrizen R_μ, aber nicht aus weniger, in der Form

$$R = \sum g_\mu(C) R_\mu$$

zusammensetzen.

Setzt man nämlich in dem *reduzierten Paare* (6) § 1 $s_{\varkappa\lambda} = 1$, aber alle anderen $s_{\alpha\beta} = 0$, so möge man das Paar $P_{\varkappa\lambda}$, $Q_{\varkappa\lambda}$ erhalten. Allgemein ist $s_{\varkappa\lambda} = g_{\varkappa\lambda}(x)$ eine ganze Funktion, deren Grad gleich der kleineren der beiden Zahlen $e_\varkappa - 1$ und $e_\lambda - 1$ ist. Dann nimmt jene Formel die Gestalt

$$P = \sum g_{\varkappa\lambda}(x) P_{\varkappa\lambda}, \qquad Q = \sum g_{\varkappa\lambda}(x) Q_{\varkappa\lambda}$$

an, wo sich $\varkappa$ und λ von 1 bis m bewegen. Entspricht nun dem Paare $P_{\varkappa\lambda}$, $Q_{\varkappa\lambda}$ die Matrix $R_{\varkappa\lambda}$, so entspricht dem Paare P, Q die Matrix

$$R = \sum g_{\varkappa\lambda}(C)\, R_{\varkappa\lambda}\,. \tag{4.}$$

Auf diesem Wege kann man auch die Struktur der Gruppe ermitteln, die von den Matrizen R gebildet wird. Ist nämlich β von γ verschieden, so ist $P_{\alpha\beta}P_{\gamma\delta} = 0$. Ist aber $\alpha \leqq \beta \leqq \gamma$, so ist

$$\begin{aligned}
P_{\alpha\beta}P_{\beta\gamma} &= P_{\alpha\gamma}\,, & P_{\gamma\beta}P_{\beta\alpha} &= P_{\gamma\alpha}\,,\\
P_{\alpha\gamma}P_{\gamma\beta} &= \frac{a_\beta}{a_\gamma}P_{\alpha\beta}\,, & P_{\beta\gamma}P_{\gamma\alpha} &= \frac{a_\beta}{a_\gamma}P_{\beta\alpha}\,,\\
P_{\beta\alpha}P_{\alpha\gamma} &= \frac{a_\alpha}{a_\beta}P_{\beta\gamma}\,, & P_{\gamma\alpha}P_{\alpha\beta} &= \frac{a_\alpha}{a_\beta}P_{\gamma\beta}\,.
\end{aligned}$$

Daher ist auch $R_{\alpha\beta}R_{\gamma\delta} = 0$, und wenn $C_{\alpha\beta} = C_{\beta\alpha}$ die Matrix ist, die aus der ganzen Funktion $\frac{a_\alpha}{a_\beta}$ erhalten wird, wenn man x durch C ersetzt, so ist, falls $\alpha \leqq \beta \leqq \gamma$ ist,

$$\begin{aligned}
R_{\alpha\beta}R_{\beta\gamma} &= R_{\alpha\gamma}\,, & R_{\gamma\beta}R_{\beta\alpha} &= R_{\gamma\alpha}\,,\\
R_{\alpha\gamma}R_{\gamma\beta} &= C_{\beta\gamma}R_{\alpha\beta}\,, & R_{\beta\gamma}R_{\gamma\alpha} &= C_{\beta\gamma}R_{\beta\alpha}\,,\\
R_{\beta\alpha}R_{\alpha\gamma} &= C_{\alpha\beta}R_{\beta\gamma}\,, & R_{\gamma\alpha}R_{\alpha\beta} &= C_{\alpha\beta}R_{\gamma\beta}\,.
\end{aligned} \tag{5.}$$

Sei $N_{\varkappa\lambda}$ die Matrix, wovon $n_{\varkappa\lambda} = 1$, alle anderen $n_{\alpha\beta} = 0$ sind. Ist dann $\alpha \leqq \beta$, so ist $P_{\alpha\beta} = \frac{a_\alpha}{a_\beta}N_{\alpha\beta}$. Nun sei

$$L^{-1}N_{\alpha\beta}L = BV_{\alpha\beta} + S_{\alpha\beta}\,, \qquad M^{-1}N_{\beta\alpha}M = V_{\beta\alpha}B + S_{\beta\alpha}\,,$$

wo S eine konstante Matrix ist. Dann ist

$$P_{\alpha\beta} = \frac{a_\alpha}{a_\beta}N_{\alpha\beta}\,, \qquad Q_{\beta\alpha} = \frac{a_\alpha}{a_\beta}N_{\beta\alpha}\,,$$

und mithin

$$L^{-1}P_{\alpha\beta}L = B\frac{a_\alpha}{a_\beta}V_{\alpha\beta} + \frac{a_\alpha}{a_\beta}S_{\alpha\beta}\,, \qquad M^{-1}N_{\beta\alpha}M = \frac{a_\alpha}{a_\beta}V_{\beta\alpha}B + \frac{a_\alpha}{a_\beta}S_{\beta\alpha}\,.$$

Läßt man in der ersten Formel für einen Augenblick die Indizes α, β weg, und setzt $\frac{a_\alpha}{a_\beta} = g(x)$, so ist

$$L^{-1}PL = B\left(g(x)V + \frac{g(xE)-g(C)}{xE-C}S\right) + g(C)S$$

und folglich ist $R = g(C)S$ oder

$$R_{\alpha\beta} = C_{\alpha\beta}S_{\alpha\beta}\,, \qquad R_{\beta\alpha} = S_{\beta\alpha}C_{\beta\alpha} \qquad (\alpha < \beta). \tag{6.}$$

Mit $S_{\alpha\beta}$ ist C nicht notwendig vertauschbar, es ist nur $C_{\alpha\beta}(S_{\alpha\beta}C - CS_{\alpha\beta}) = 0$.

§ 3.

Aus der Gleichung $LB = AM$ folgt, da die Normalform A symmetrisch ist, durch Übergang zu den konjugierten Matrizen $B'L' = M'A$ und mithin $B'(L'M) = (M'L)B$, oder wenn man $L'M = H$ setzt,

$$B'H = H'B\,, \tag{1.}$$

wo H eine ganze Matrix der Determinante 1 ist.

Nun bestimme man eine ganze Matrix V und eine konstante Matrix S so, daß

$$H = VB + S$$

ist. Dann ist

$$B'(VB+S) = (B'V'+S')B\,, \qquad B'(V-V')B = S'B - B'S\,.$$

Daraus folgt, wie oben, $V' = V$ und $S'(xE-C) = (xE-C')S$, also $S' = S$ und

$$SB = B'S\,, \qquad SC = C'S\,.$$

Da $H_1 = H^{-1}$ eine ganze Matrix ist, so kann man eine ganze Matrix V_1 und eine konstante Matrix S_1 so bestimmen, daß

$$H_1 = V_1 B' + S_1$$

wird. Dann ist

$$E = H_1(VB+S) = H_1 VB + (V_1 B' + S_1)S\,,$$

oder weil $B'S = SB$ ist,

$$E - S_1 S = (H_1 V + V_1 S)B\,.$$

Daher ist $H_1 V + V_1 S = 0$, weil sonst die rechte Seite in x mindestens vom ersten Grade wäre, während die linke konstant ist. Folglich ist

$$S_1 S = E\,,$$

und mithin ist die Determinante von S nicht Null.

Demnach ist nicht nur S und $P = S_1 = S^{-1}$ eine symmetrische Matrix, sondern auch $SC = C'S = Q$, und folglich ist

$$C = PQ\,, \qquad C' = QP\,. \tag{2.}$$

So ergibt sich der merkwürdige Satz:

Jede Matrix läßt sich als Produkt von zwei symmetrischen Matrizen darstellen. Man kann diese stets so wählen, daß die Determinante der einen von Null verschieden ist.

Oder:

Sind C und C' konjugierte Formen, so kann man eine symmetrische Substitution P von nicht verschwindender Determinante bestimmen, die C kontragredient in C' transformiert, $P^{-1}CP = C'$.

Eine symmetrische Matrix P kann man immer auf die Form RR' bringen. Dann nimmt die letzte Gleichung die Gestalt

$$R^{-1}CR = R'C'R'^{-1}$$

an.

Zu jeder bilinearen Form C gibt es eine ähnliche Form $R^{-1}CR$, die symmetrisch ist.

Sind die Elementarteiler von $|xE-C|$ alle linear, so hat die Normalform von C diese Eigenschaft.

Sind die Elemente von C reell, so können die rationalen Operationen, wodurch C auf die Form PQ gebracht ist, alle im Gebiete der reellen Größen ausgeführt werden, so daß auch die Elemente der beiden symmetrischen Matrizen P und Q reell werden. Dann kann man P durch eine reelle orthogonale Substitution L in $L'PL = R$ transformieren, worin $r_{\alpha\beta} = 0$ ist, falls α von β verschieden ist, und $r_{\alpha\alpha} = r_\alpha$ reell und von Null verschieden ist. Setzt man $L'QL = S$, so wird $L'CL = RS$.

Jede reelle bilineare Form $\sum c_{\alpha\beta}x_\alpha y_\beta$ kann, indem beide Reihen von Variabeln derselben reellen orthogonalen Substitution unterworfen werden, in eine Form $\sum r_\alpha s_{\alpha\beta}x_\alpha y_\beta$ transformiert werden, worin $s_{\alpha\beta} = s_{\beta\alpha}$ ist. Außerdem kann erreicht werden, daß die n reellen Größen r_α alle von Null verschieden sind.

Die obigen Ergebnisse kombiniere ich mit dem folgenden Satze (*Wilson, Transactions of the Connecticut Acad. 1908, S. 41; Jackson, Transactions of the American Math. Soc. Bd. 10, S. 479*):

Jede Matrix, die der reziproken Matrix ähnlich ist, läßt sich aus zwei involutorischen Matrizen zusammensetzen.

Ist die Form R der reziproken Form R^{-1} ähnlich, so kann R durch eine involutorische Substitution in R^{-1} transformiert werden.

Für diesen Satz will ich zunächst einen einfachen Beweis mitteilen.

Involutorisch heißt eine Matrix P, wenn sie der Gleichung

$$P^2 = E, \qquad P = P^{-1}$$

genügt. Ist $R = PQ$ das Produkt von zwei involutorischen Matrizen, so ist $R^{-1} = QP$, also

$$P^{-1}RP = R^{-1}, \qquad Q^{-1}RQ = R^{-1}.$$

Sei umgekehrt die Matrix R der reziproken Matrix ähnlich. Ist $A^{-1}RA = R^{-1}$, so ist R mit A^2 vertauschbar, also auch mit jeder Funktion $B = f(A^2)$ von A^2. Ist C eine Matrix von nicht verschwindender Determinante, so kann man die Funktion $B = f(C)$ so wählen,

daß $B^2 = C$ wird. Ist demnach $C = A^2$, so ist $B^2 = A^2$, und $B = f(A^2)$ ist nicht nur mit R, sondern auch mit A vertauschbar. Setzt man also

$$P = AB^{-1} = B^{-1}A,$$

so ist

$$P^2 = A^2B^{-2} = E$$

und

$$P^{-1}RP = A^{-1}(BRB^{-1})A = A^{-1}RA = R^{-1}.$$

Setzt man endlich

$$Q = PR = P^{-1}R, \qquad R = PQ,$$

so ist

$$Q^2 = (P^{-1}RP)R = R^{-1}R = E.$$

Ist nun R eine orthogonale Matrix, so kann man R durch eine symmetrische Substitution A in $R' = R^{-1}$ transformieren. Dann ist auch $B = f(A^2)$ und $P = AB^{-1}$ symmetrisch als Funktion von A, und folglich ist $P = P^{-1} = P'$ eine orthogonale Matrix, und ebenso

$$Q = PR = R^{-1}P = R'P' = Q'.$$

Jede orthogonale Substitution kann aus zwei symmetrischen orthogonalen (involutorischen) Substitutionen zusammengesetzt werden.

Ist die orthogonale Matrix R reell, so kann auch die symmetrische Matrix A, die dem System linearer Gleichungen $RA = AR'$ genügt, reell gewählt werden. Dann ist $A^2 = AA'$ die Matrix einer positiven quadratischen Form und mithin sind ihre charakteristischen Wurzeln alle positiv. Demnach kann man auch der Gleichung $f(A^2)^2 = A^2$ durch eine reelle Funktion f genügen. Eine reelle orthogonale Substitution kann folglich aus zwei reellen symmetrischen orthogonalen Substitutionen (Spiegelungen) zusammengesetzt werden.

§ 4.

In der Formel (8.), § 1 kommt die Zahl n nur einfach, die Zahlen $n_1, n_2, \cdots$ aber doppelt vor. Dieser etwas befremdende Umstand hat mich auf die Untersuchung geführt, zu der ich mich jetzt wende.

Die *Spur* einer Matrix P bezeichne ich mit

$$\chi(P) = \sum_\alpha p_{\alpha\alpha}.$$

Dann ist

$$\chi(PQ) = \chi(QP) = \sum_{\alpha,\beta} p_{\alpha\beta}\, q_{\beta\alpha}$$

und mithin

$$\chi(PQR) = \chi(QRP) = \chi(RPQ).$$

Ist A eine konstante, R eine veränderliche Matrix, deren Elemente $r_{\alpha\beta}$ n^2 unabhängige Variable sind, so ist $\chi(AR)$ eine lineare Funktion dieser Variabeln. Sind die Matrizen $A, B, C, \cdots$ linear unabhängig, so sind es auch die Funktionen $\chi(AR), \chi(BR), \chi(CR), \cdots$.

Ist T eine *alternierende* Matrix, deren Elemente $t_{\alpha\beta} = -t_{\beta\alpha}$ unabhängige Variable sind, und ist A eine konstante alternierende Matrix, so ist $\chi(AT)$ eine lineare Funktion der $\frac{1}{2}n(n-1)$ Variable $t_{\alpha\beta}$. Da $t_{\alpha\alpha} = 0$ und $a_{\alpha\beta}t_{\beta\alpha} = -a_{\beta\alpha}t_{\alpha\beta}$ ist, so hat $t_{\alpha\beta}$ den Koeffizienten $2a_{\beta\alpha}$. Sind die alternierenden Matrizen $A, B, C, \cdots$ linear unabhängig, so sind es auch die linearen Funktionen $\chi(AT), \chi(BT), \chi(CT), \cdots$.

Ähnliche Überlegungen gelten für eine symmetrische Matrix S, deren Elemente $s_{\alpha\beta} = s_{\beta\alpha}$ $\frac{1}{2}n(n+1)$ unabhängige Variable sind, falls die konstanten Matrizen $A, B, C, \cdots$ ebenfalls symmetrisch sind.

Ist C eine gegebene Matrix, so betrachte ich jetzt alle Matrizen R, die der Gleichung

$$(1.) \qquad CR = RC'$$

genügen.

Da diese n^2 Gleichungen zwischen den n^2 Unbekannten $r_{\alpha\beta}$ linear sind, so haben sie eine Anzahl r von unabhängigen Lösungen $R_1, R_2, \cdots$, aus denen sich jede Lösung $R = c_1R_1 + c_2R_2 + \cdots$ zusammensetzen läßt. Nun folgt aus (1.) durch den Übergang zu den konjugierten Matrizen

$$(2.) \qquad CR' = R'C'$$

Ist $R + R' = 2S$ und $R - R' = 2T$, also $R = S + T$, so ist daher auch

$$(3.) \qquad CS = SC', \qquad CT = TC',$$

wo S eine symmetrische und T eine alternierende Matrix ist.

Sei s die Anzahl der unabhängigen symmetrischen Matrizen $S_1, S_2, \cdots$, t die der alternierenden $T_1, T_2, \cdots$, die der Bedingung (3.) genügen. Zwischen den $s + t$ Matrizen kann keine Gleichung

$$a_1S_1 + a_2S_2 + \cdots + b_1T_1 + b_2T_2 + \cdots = 0$$

bestehen, weil daraus durch den Übergang zu den konjugierten Matrizen folgen würde

$$a_1S_1 + a_2S_2 + \cdots - b_1T_1 - b_2T_2 - \cdots = 0.$$

Da ferner jede Lösung R der Gleichung (1.) aus einer symmetrischen und einer alternierenden zusammengesetzt werden kann, so ist

$$(4.) \qquad r = s + t.$$

Ist L irgendeine Matrix von nicht verschwindender Determinante, so folgt aus (1.)

$$(LCL^{-1})(LRL') = (LRL')(L'^{-1}C'L'),$$

oder wenn man

$$LCL^{-1} = C_0, \qquad LRL' = R_0$$

setzt,

$$C_0 R_0 = R_0 C_0'.$$

Daher haben die Zahlen s und t für jede Form LCL^{-1}, die der Form C ähnlich ist, dieselbe Bedeutung wie für C. Nun kann man L so wählen, daß $LCL^{-1} = C'$ wird. Mithin haben s und t auch für C' dieselbe Bedeutung wie für C. Es gibt also s unabhängige symmetrische Formen $P_1, P_2, \cdots$, die der Bedingung

(5.) $$C'P = PC$$

genügen.

Die $\frac{1}{2}n(n-1)$ Elemente $t_{\alpha\beta} = -t_{\beta\alpha}$ der alternierenden Matrix T seien unabhängige Variabeln. Dann ist

$$CT - TC' = S$$

eine symmetrische Matrix, deren $\frac{1}{2}n(n+1)$ Elemente $s_{\alpha\beta} = s_{\beta\alpha}$ lineare Funktionen der Variabeln $t_{\alpha\beta}$ sind. Ist nun P eine Lösung der Gleichung (5.), so ist

$$\chi(PS) = \chi(PCT) - \chi(PTC') = \chi(PCT) - \chi(C'PT) = \chi((PC - C'P)T) = 0.$$

Ist umgekehrt P irgendeine solche konstante symmetrische Matrix, daß zwischen den Funktionen $s_{\alpha\beta}$ der unabhängigen Variabeln $t_{\alpha\beta}$ die identische Gleichung $\chi(PS) = 0$ besteht, so ist $\chi((PC - C'P)T) = 0$, und folglich verschwinden alle Elemente der alternierenden Matrix $PC - C'P$.

Zwischen den $\frac{1}{2}n(n+1)$ Funktionen $s_{\alpha\beta}$ bestehen demnach genau s unabhängige lineare Relationen $\chi(P_1 S) = 0, \chi(P_2 S) = 0, \cdots$. Folglich sind unter ihnen $\frac{1}{2}n(n+1) - s$ unabhängige Funktionen. Die linearen Gleichungen $CT - TC' = 0$ zwischen den $\frac{1}{2}n(n-1)$ Unbekannten $t_{\alpha\beta}$ haben mithin

$$\frac{1}{2}n(n-1) - \left(\frac{1}{2}n(n+1) - s\right) = s - n$$

unabhängige Lösungen. Da wir die Anzahl ihrer Lösungen mit t bezeichnet haben, so ist

(6.) $$s - t = n.$$

Ist $LCL^{-1} = C'$ und $CR = RC'$, so ist

$$RLC = RC'L = CRL.$$

Daher ist $RL = U$ mit C vertauschbar. Ist umgekehrt U mit C vertauschbar und $R = UL^{-1}$, so ist $CR = RC'$. Da die Determinante von L nicht verschwindet, so ist die Anzahl r der linear unabhängigen Matrizen R gleich der Anzahl der linear unabhängigen Matrizen U:

$$(7.) \qquad r = n + 2n_1 + 2n_2 + \cdots .$$

Demnach ist

$$(8.) \qquad s = n + n_1 + n_2 + \cdots , \qquad t = n_1 + n_2 + \cdots .$$

Ist $n_1 = 0$, so ist auch $n_2 = 0$, $n_3 = 0$, $\cdots$, und mithin $r = s = n$ und $t = 0$.

Wenn die Determinanten $(n-1)$ten Grades der Matrix $C - xE$ keinen Teiler gemeinsam haben, so ist jede Lösung R der Gleichung $CR = RC'$ eine symmetrische Matrix.

Zu diesen Formeln kann man aber auch auf dem vorher benutzten Wege gelangen: Sei $\varepsilon = \pm 1$ und P so bestimmt, daß

$$PA = \varepsilon AP'$$

ist. Dann ist, da die Normalform A symmetrisch ist,

$$LB = AM, \qquad B'L' = M'A$$

und mithin

$$PM'^{-1}B'L' = \varepsilon LBM^{-1}P', \qquad (L^{-1}PM'^{-1})B' = \varepsilon B(M^{-1}P'L'^{-1}).$$

Nun sei

$$L^{-1}PM'^{-1} = BU + R,$$

wo R eine konstante Matrix ist. Dann ist

$$M^{-1}P'L'^{-1} = U'B' + R'$$

und folglich

$$(BU + R)B' = \varepsilon B(U'B' + R'), \qquad B(U - \varepsilon U')B' = \varepsilon BR' - RB'.$$

Daraus ergibt sich wie oben

$$U = \varepsilon U', \qquad R = \varepsilon R', \qquad BR = RB'.$$

Ist umgekehrt $R = \varepsilon R'$ und $BR = RB'$, so sei U eine willkürliche Matrix, die der Bedingung $U = \varepsilon U'$ genügt. Setzt man dann $P = L(BU + R)M'$, so ist $PA = \varepsilon AP'$. Sind P und $P - P_0$ zwei dieser Gleichung genügende Matrizen, denen dieselbe konstante Matrix R entspricht, so ist

$$L^{-1}P_0M'^{-1} = BU_0, \qquad P_0 = LBU_0M' = AMU_0M' = AT,$$

wo T ebenso wie U_0 der Bedingung $T' = \varepsilon T$ genügt. Die Matrix $P-AT$ kann man in derselben Weise wie oben reduzieren. Dann entspricht jeder konstanten Matrix R, die den Bedingungen

$$R = \varepsilon R', \qquad CR = RC'$$

genügt, nur eine *reduzierte* Matrix P, die der Bedingung

$$PA = \varepsilon AP'$$

genügt. Demnach ist $Q = \varepsilon P'$ und folglich auch $s_{\beta\alpha} = \varepsilon s_{\alpha\beta}$. Dann ergeben sich aus (6.), § 1 die Formeln

$$s = e_1 + 2e_2 + 3e_3 + 4e_4 + \cdots, \qquad t = e_2 + 2e_3 + 3e_4 + \cdots,$$

die mit den Relationen (8.) übereinstimmen.

Zum Schluß erwähne ich eine Verallgemeinerung der Relation (7.), § 1, die auf demselben Wege erhalten wird, und die Bedeutung jener Formel noch klarer hervortreten läßt: Sind A und B zwei konstante Matrizen, und ist

$$AR = RB, \tag{9.}$$

so ist bekanntlich der Rang von R nicht größer, als der Grad des größten gemeinsamen Divisors der beiden charakteristischen Funktionen $|xE-A|$ und $|xE-B|$.

Sind nun $a_1, a_2, a_3, \cdots$ und $b_1, b_2, b_3, \cdots$ die Elementarteiler dieser beiden Determinanten, so ist die Anzahl der linear unabhängigen Matrizen R, die der Bedingung (9.) genügen, gleich

$$\sum e_{\alpha\beta}, \tag{10.}$$

wo $e_{\alpha\beta}$ den Grad des größten gemeinsamen Divisors von a_α und b_β bedeutet.

Adresse an Hrn. Ludwig Radlkofer zum 80. Geburtstage am 19. Dezember 1909.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Wie nicht wenigen Anhängern der Scientia amabilis, ist auch Ihnen das Glück beschieden, das achtzigste Lebensjahr in voller körperlicher und geistiger Frische, noch immer wissenschaftlich tätig zu vollenden. Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften will es nicht unterlassen, Sie an diesem Tage zu beglückwünschen, eingedenk der rastlosen Arbeit, durch welche Sie Ihre Wissenschaft gefördert haben.

Nachdem Sie Ihre medizinischen Studien beendet hatten und auch wenige Jahre als Assistenzarzt tätig gewesen waren, entschlossen Sie sich, dem Drange nach Beschäftigung mit Botanik nachzugeben und sich ganz derselben zu widmen. Der Ruf Schleidens und die verheißungsvolle Richtung der mikroskopischen Forschung lockte Sie nach Jena, wo Sie infolge Ihrer Untersuchungen über die Befruchtung der Phanerogamen, welche Schleidens frühere irrige Anschauungen widerlegten, dagegen Hofmeisters Beobachtungen bestätigten, die Würde eines Doktors der Philosophie der des Doktors der Medizin hinzufügen durften. Bald begannen Sie dann Ihre akademische Lehrtätigkeit an der Universität München und widmeten sich zunächst weiteren Studien über die Fortpflanzung, insbesondere auch über die Parthenogenesis. Dann aber wandten Sie sich dem Studium der Anatomie zu, nachdem Sie eine vortreffliche Abhandlung über Kristalle proteinartiger Körper pflanzlichen und tierischen Ursprungs geliefert hatten. Die eigenartigen Wachstumsverhältnisse in den Stämmen der Menispermaceen, über welche Sie schon 1858 eine Abhandlung veröffentlicht hatten, führten Sie dazu, sich auch mit anderen Familien zu beschäftigen, welche in ihrem Dickenwachstum von demjenigen der meisten Dikotyledonen abweichen und sonstige anatomische Eigentümlichkeiten zeigen. Mit scharfem Blick erkannten Sie, wie wichtig auch diese Merkmale neben denen der Blüten- und Fruchtbildung für die Abgrenzung der Familien oder kleinerer Formenkreise sind. Ganz be-

sonders fesselte Sie die große und schwierige tropische Familie der Sapindaceen, deren Kenntnis Sie ein halbes Jahrhundert hindurch mit unermüdlicher Ausdauer durch die Bearbeitung des einschlägigen Materials aller größeren Botanischen Museen in ausgiebigster Weise gefördert haben. Ihre 1875 erschienene Monographie der Gattung Serjania wurde mit dem De Candolleschen Quinquennialpreis gekrönt, und allmählich folgten monographische Durcharbeitungen anderer Gattungen, insbesondere auch der Gattung Paullinia, welche alle als Muster wissenschaftlicher Genauigkeit gelten können. Auch haben Sie in dem Sammelwerk »Die natürlichen Pflanzenfamilien« die ganze Familie der Sapindaceen bearbeitet. Ganz besonders wichtig aber waren Ihre zahlreichen Abhandlungen über einzelne Gattungen, in denen Sie immer den Wert anatomischer Merkmale für die spezielle Systematik zur Geltung brachten. Sie haben die Genugtuung gehabt, daß viele Schüler zum Ausbau der anatomisch-systematischen Forschungsrichtung beitrugen und einer derselben alle mühsam zusammengetragenen Bausteine in einem allgemein anerkannten großen Werk vereinigte, in welchem die Resultate Ihrer eigenen Arbeiten einen wesentlichen Bestandteil ausmachen. Möchte es Ihnen vergönnt sein, auch noch den Abschluß Ihrer Monographie der gesamten Sapindaceen, welche nach all den umfangreichen Vorläufern ein Monumentum aere perennius zu werden verspricht, zu erleben.

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Adresse an Hrn. Karl Justi zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 22. Dezember 1909.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Zur Feier Ihres Doktorjubiläums begrüßen wir Sie mit einem dankbaren Rückblick auf Ihr Wirken. Als Privatdozent der Philosophie gaben Sie in Ihrer Heimat Marburg ein »Erstlingswerkchen« heraus, unserm unvergeßlichen Eduard Zeller gewidmet. Es galt den ästhetischen Elementen in der Philosophie Platos, der nach seiner künstlerischen Individualität »zuerst das Schöne in den Bereich des philosophischen Nachdenkens zog«.

Es führt ein Weg von da hinüber zu Ihrem weiteren Schaffen. Als Sie die Biographie Winckelmanns zu schreiben unternahmen, glaubten Sie dabei gerades Wegs in das Herz antiker Kunstbetrachtung einzudringen. Aber in Winckelmanns Anfängen trat Ihnen vorab entgegen das Wesen des Zeitalters der Polymathie, und der Fluß der Untersuchung mußte sich ein breiteres Bette schaffen. Mit Briefen und Reisen gingen Sie überall hin bis ins Einzelne, um auch das Geringfügigste zu Pinselzügen für das Ganze zu verwerten. Der erste Teil Ihres Werkes mußte vornehmlich auf die Liebhaber rechnen, welche sich Ideenkreise und Tendenzen in Kunst und Gelehrtentum des achtzehnten Jahrhunderts gern vergegenwärtigen. Erst nach sechsjähriger arbeitsvoller Unterbrechung der Herausgabe erschien der zweite Band, dem Winckelmann gewidmet, dessen schönheitsdurchdrungenes Wesen Sie zu der Aufgabe hingezogen hatte. Diesem Teil gerecht zu werden, ermöglichten Ihnen jahrelange Studien in Italien selbst. So auch mit äußerlichen Mühen Ihrer Forschung den Boden zu bereiten und Ihrer Darstellung Farbe zu leihen, das blieb Ihnen fortan Bedürfnis.

Nachdem Sie über Kiel den Weg an die dauernde Stelle Ihres akademischen Wirkens und in ein Lehramt für Kunstgeschichte gefunden hatten, wurde Ihnen Spanien, das unserer Kunstforschung bis dahin ferner gelegen hatte, und wo Sie in die intime Kenntnis der dortigen Kunst eindrangen, ein neues Ziel immer wiederholter Studienreisen, und Sie dehnten die Reisen überall hin in Europa für Ihre

Zwecke aus. Nach dem Winckelmann, den Sie später, ein Menschenalter nach seinem ersten Erscheinen, in bereicherter Gestalt abermals herausgaben, ließen Sie ein zweites Hauptwerk Ihrer Lebensarbeit in die Welt gehen, Diego Velasquez.

Wie Sie Winckelmann in den Kreis seiner Zeitgenossen gestellt hatten, so lautet der Titel des zweiten Werkes: Velasquez »und sein Jahrhundert«. Sie haben immer das einzelne im Ganzen seiner Umgebung erforscht und dargestellt. Auf solchem Grunde sind neben Ihren umfangreicheren Werken auch die zahlreichen, durch verschiedenartige Anlässe ins Leben gerufenen Einzeluntersuchungen erwachsen, deren größere Anzahl Sie dankenswert noch jüngst in einer Sammlung vereinigt haben. Es ist namentlich die ganze spanische Kunst, wie Sie auch dem Murillo eine besondere Behandlung gewidmet haben, und die der Ausländer in Spanien, welche in mannigfach reicher Weise uns da erst nahe gebracht wird. Wenn Sie dabei selbst scherzend gesprochen haben von der Bezeichnung »Episoden« für alle die Beigaben und Einkleidungen Ihrer Arbeiten, so ist doch mit durch diese Ihre Kunstgeschichte jedesmal zu einem erweiterten Stücke Geschichte geworden; freilich nicht allein durch diese.

Vom Velasquez wandten Sie sich dann noch einmal einem Großen zu. Nach mehr als einem Jahrzehnt, aber zurückgreifend auf die Studien Ihrer ersten Jahre in Italien, gaben Sie uns den Michelangelo, die Beiträge zur Erklärung seiner Werke und des Menschen. Eben erst erhalten wir die neue Folge dieses Werkes, welches wiederum zeigt, daß Ihr Interesse nicht bei den Kunstwerken endet, sondern erst in der Person, im Charakter und Wesen des Künstlers.

Im Gange Ihrer Lebensarbeit ließen Sie sich von dem Blicke auf die abstrakte Schönheit im philosophischen Denken hinüberleiten zu der Persönlichkeit des Forschers, der in der Schönheit lebte, und endlich zu den Meistern, welche Schönheit schufen.

Grundzüge Ihrer wissenschaftlichen Neigungen und Ziele ist man versucht schon in dem Großvater vorgebildet zu finden und in der Vielseitigkeit seiner Arbeiten etwas von einem Vorläufer Ihrer Leistungen zu sehen. Zur Anschauung von großer Kunst waren Sie wohl in der Jugendheimat, bis auf die Elisabethkirche, nicht von starken Anregungen umgeben, haben sich aber durchgearbeitet zum vollsten Schauen der Kunstwerke, aus denen Sie zu umfassender Kenntnisnahme die wählten, deren Entstehen und Wesen Sie erforschen wollten. Geradezu hervorgerufen ist, wie Sie selbst sagen, aus dem Eindrucke der außerordentlichen Papstgestalt Innocenz des Zehnten in der Gallerie Doria der erste Anstoß zu den Reisen und Studien, auf welchen Ihr Werk über den Meister jenes Gemäldes beruht.

Sie haben vereinigt, was der Kunsthistoriker vereinigen soll, das lebendige Verhältnis zu den Kunstwerken selbst mit einer Forschung, die in einem nach allen Richtungen hin selbständigen Vorgehen die andern Quellen in umfassender Weise erschließt. Doch darf man nicht nur den Kunsthistoriker in Ihnen sehen, der Sie die gesamte Kultur, die ganze geistige Atmosphäre der Länder und Zeiten stets voll einzubegreifen und alles das in meisterhafter Form zu Werken zusammenzufassen wußten, die in unserer Literatur auch außerhalb des Fachgebiets hervorragen.

Möge Ihnen vergönnt sein, vorbildlich noch lange so weiter zu wirken!

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 13. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE 1910. II.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

13. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

*1. Hr. Struve las über die Bahnen der Uranustrabanten nach neueren Beobachtungen.

Der Vortragende berichtet über die von ihm vorgenommene Bearbeitung der während der letzten Jahrzehnte an den grossen Refractoren der Sternwarten Lick, Yerkes und Washington ausgeführten Beobachtungsreihen der Uranustrabanten und theilt die vorläufigen Ergebnisse der Untersuchung bezüglich der Planetenmasse und der mittleren Bewegungen der Trabanten mit.

2. Hr. Waldeyer überreichte die vom Verfasser eingesandte Druckschrift: Die Formen der Gallensteine und die Häufigkeit der Cholelithiasis bei Psychopathen. Weimar 1909, von Dr. Friedrich Jungklaus in Gadderbaum bei Bielefeld.

Ausgegeben am 27. Januar.

SITZUNGSBERICHTE

1910.

III.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

13. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. von Schmoller las über die thatsächliche Entwickelung der deutschen Städte im Mittelalter.

Er behandelt hauptsächlich die Geschichte der Marktprivilegien, die Ausbildung von Jahrmarkt und Wochenmarkt, die Entstehung des Wortes »Stadt«, die baugeschichtliche Seite der Stadtentwickelung und die Resultate der neueren Untersuchungen über den Gang der städtischen Bevölkerung im Ganzen und im Einzelnen. Er sucht zu zeigen, dass diese Resultate für die ganze Beurtheilung der deutschen Geschichte von Bedeutung seien.

2. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. Richard Meister in Leipzig vor: Eine kyprische Sacralinschrift. (Ersch. später.)

Eine Thontafel, gefunden in einem Grabe in der Gegend von Iatrikó, jetzt im Besitze von Sir Henry Bulwer, ist auf beiden Seiten in der epichorischen Silbenschrift beschrieben. Diese Inschriften werden gelesen und sachlich und sprachlich erläutert.

Ausgegeben am 27. Januar.

1910.
IV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

20. Januar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Dilthey las über »das Verstehen anderer Personen und ihrer Lebensäusserungen«. (Abh.)

Er unterschied elementare und höhere Formen des Verstehens und analysirte die Leistung beider.

2. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: 3 neu erschienene Bände der Monumenta Germaniae historica: Diplomatum regum et imperatorum Germaniae Tom. IV. Conradi II. Diplomata; Legum Sectio IV. Constitutiones et Acta publica imperatorum et regum. Tom. V, Pars I; Scriptorum qui vernacula lingua usi sunt. Tom. VI, Pars II. Hannoverae et Lipsiae 1909; Bd. 2 des Werkes von Leonhard Schultze, Zoologische und anthropologische Ergebnisse einer Forschungsreise im westlichen und zentralen Südafrika ausgeführt in den Jahren 1903—1905 (mit Unterstützung der Humboldt-Stiftung). Jena 1909; C. F. Lehmann-Haupt, Armenien einst und jetzt. Reisen und Forschungen. Bd. 1. Berlin 1910 (die Reise des Verfassers ist seinerzeit von der Akademie unterstützt worden); A. Penck und E. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. Bd. 1—3. Leipzig 1909.

Die Akademie hat in der Sitzung vom 6. Januar den Professor der Chemie an der Universität Breslau Geheimen Regierungsrath Dr. Albert Ladenburg und den Professor der Physik an der Universität Budapest Roland Baron Eötvös zu correspondirenden Mitgliedern ihrer physikalisch-mathematischen Classe gewählt.

Die Akademie hat ihr Ehrenmitglied Hrn. Friedrich Kohlrausch in Marburg am 17. Januar durch den Tod verloren.

Messungen im langwelligen Spektrum.

Von H. Rubens und H. Hollnagel.

(Vorgetragen am 6. Januar 1910 [s. oben S. 3].)

Als wichtiges Mittel zur Untersuchung des äußersten ultraroten Spektrums hat sich die Methode der Reststrahlen ergeben. Zur Bestimmung der Wellenlänge jener durch selektive Reflexion isolierten langwelligen Strahlenkomplexe, insbesondere der Reststrahlen von Steinsalz und Sylvin ist bisher stets das Beugungsgitter verwendet worden, während man zur Untersuchung der kurzwelligen Reststrahlen auch Interferenzmethoden zur Anwendung gebracht hat[1]. Solche Methoden sind jedoch bei geeigneter Modifikation auch für das Studium der spektralen Zusammensetzung der langwelligen Reststrahlen wohl geeignet. Freilich sind hier besondere Schwierigkeiten zu überwinden, welche hauptsächlich darin bestehen, daß kein fester Körper bekannt ist, welcher in dem jenseits 45 μ liegenden Spektralbereich in dickeren Schichten vollständig durchlässig ist, etwa wie Steinsalz für Strahlen von der Wellenlänge 10 μ. Eine zur Messung sehr langer Wellen brauchbare Interferenzmethode muß der Bedingung genügen, daß die zu untersuchenden Strahlen nur eine geringe und unveränderliche Schichtdicke von festen Körpern zu durchdringen haben; außerdem müssen Einschnürungen des Strahlenbündels tunlichst vermieden werden. Gerade in der Möglichkeit der Vermeidung solcher Einschnürungen, welche z. B. bei der Anwendung eines Spektrometers an den Spalten unerläßlich sind, liegt ein wesentlicher Vorteil der Interferenzmethode. Ein zweiter Vorzug dieser Methode beruht auf der Umgehung des lichtschwachen Beugungsgitters.

Durch Anwendung der Interferenzmethode in einer geeigneten Form, welche den in dem Vorstehenden genannten Forderungen gerecht wird, ist es uns gelungen, nicht nur die Genauigkeit der Wellenlängenmessung in dem Gebiet der langen Wellen zu erhöhen, sondern auch bis zu viel größeren Wellenlängen vorzudringen.

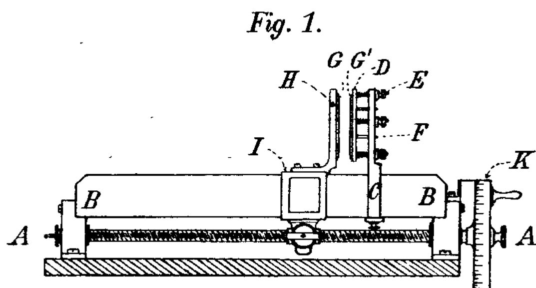
---

[1] John Koch, Ann. d. Phys. 17, S. 658, 1905. Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsalensis Ser. IV, Vol. II, No. 5, 1909.

1. Das Interferometer.

Der wesentliche Teil unseres Interferenzapparats bestand in einer von dünnen Quarzplatten begrenzten planparallelen Luftschicht, deren Dicke in meßbarer Weise variiert werden konnte. Die Einrichtung des Interferometers ist aus Fig. 1 zu ersehen. Es besteht aus einer kleinen Teilmaschine A—A, auf deren prismatischer Führungsschiene B—B der Messingträger C fest aufgeklemmt ist. In seinem oberen Teil ist dieser plattenförmige Träger C zu einem Ring von 5.5 cm lichter Weite ausgedreht und trägt mittels dreier Regulierschrauben E sowie mittels dreier Führungsstifte F den Messingring D, von welchem die eine der beiden Quarzplatten G' gehalten wird, welche die planparallele Luftschicht begrenzen. Die andere Quarzplatte G ist gleichfalls in einen Messingring (H) gefaßt, welcher direkt auf den Schlitten I der Teilmaschine aufgeschraubt ist. Wir verwendeten zwei verschiedene Quarzplattenpaare, von welchen das eine aus planparallelen, das andere aus keilförmigen Platten bestand. Alle Platten waren senkrecht zur optischen Achse geschnitten; die planparallelen waren 0.6 mm dick; bei den keilförmigen variierte die Dicke zwischen 0.4 und 0.8 mm. Die Ganghöhe der Schraube betrug im Mittel 0.5228 mm; der Trommelkopf K der Schraubenspindel war in 100 Teile geteilt, so daß der Drehung um einen Teil eine Verschiebung des Schlittens um 5.23 μ entspricht.

Fig. 1.



Daß die Genauigkeit der Schlittenführung für den vorliegenden Zweck ausreichte, wurde durch folgenden Versuch bewiesen: Nachdem die Quarzplatten mit Hilfe der Schrauben E möglichst genau parallel gestellt waren, wurden sie durch Drehen des Trommelkopfes der Teilmaschine einander bis zur Berührung genähert. Beleuchtete man nunmehr die Platten mit einer Natriumflamme, so zeigten sich sowohl im reflektierten wie auch im durchgehenden Licht Interferenzstreifen, meist in Form von etwas unregelmäßigen konzentrischen Ringen. Es sind dies Newtonsche Ringe, welche in der Luftplatte dadurch entstehen, daß die dünnen Quarzplatten nicht ganz eben, sondern etwas sphärisch gekrümmt sind. Auf dem etwa 12 qcm messenden zentralen Teil der Luftplatte waren im allgemeinen nicht mehr als 4 bis 5 solcher Ringe vorhanden. Wurden nun durch langsames Drehen der Teilmaschine die Quarzplatten voneinander entfernt, so liefen die Ringe

mit großer Geschwindigkeit nach innen und verschwanden nacheinander im Zentrum. Hielt man aber mit Drehen inne, so zeigten die Interferenzstreifen wieder fast dasselbe Bild wie zu Anfang; die Wanderung des Zentrums betrug selbst bei einer ganzen Umdrehung der Maschine selten mehr als ein bis zwei Streifenbreiten[1]. Wurden die Quarzplatten durch Rückwärtsdrehen der Kurbel in ihre Anfangslage zurückgeführt, so ergab sich auch hierbei keine in Betracht kommende Änderung des Interferenzbildes. Da ferner die Wellenlänge der zu untersuchenden Reststrahlen diejenige des Natriumlichts um das 80- bis 170 fache übertrifft, so durfte die Oberfläche der Luftplatte für diese langwelligen Strahlen als hinreichend eben und die Schlittenführung als genügend exakt angesehen werden.

Es sei noch erwähnt, daß bei intensiver Beleuchtung mit Natriumlicht außer den beschriebenen Interferenzstreifen noch einige weitere Streifensysteme sichtbar wurden, welche von den Interferenzen in den Quarzplatten selbst herrührten. Diese Streifen blieben bei der Drehung der Teilmaschine vollkommen unbeweglich; sie können daher keinen Einfluß auf unsere Wellenlängenmessung ausgeübt haben.

Als Material für die Platten, welche die planparallele Luftschicht begrenzen, ist der Quarz besonders geeignet. Er zeigt nicht nur in geringer Dicke hinreichende Durchlässigkeit, sondern besitzt auch einen sehr hohen Brechungsexponenten für lange Wellen. Nach früheren Messungen[2] beträgt der Brechungsexponent des Quarzes für $\lambda = 56\,\mu$: $n = 2.18$, und es ist anzunehmen, daß er von dieser Stelle des Spektrums mit wachsender Wellenlänge dem Grenzwert $n = 2.15$ zustrebt. Für $n = 2.18$ ergibt sich das Reflexionsvermögen für normale Inzidenz zu $R = 13.8$ Prozent. Für die Intensität einer völlig homogenen Strahlung nach ihrem Durchgang durch eine planparallele Luftplatte liefert die bekannte Airysche Formel den Ausdruck

$$J = J_0 \frac{(100 - R)^2}{(100 - R)^2 + 400\, R \sin^2\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right)}.$$

In dem vorliegenden Falle schwankt dieser Wert zwischen

$$J_{\max} = J_0 \text{ und } J_{\min} = 0.574\, J_0 .$$

Für inhomogene Strahlung wird diese Größe der Intensitätsschwankung allerdings niemals vollkommen erreicht.

---

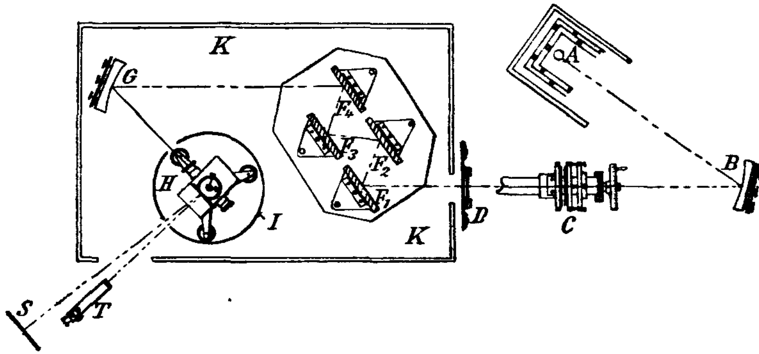
[1] Hierbei ließ sich die von Fizeau und A. Michelson untersuchte periodische Schwankung in der Sichtbarkeit der durch Natriumlicht hervorgerufenen Interferenzen leicht beobachten.

[2] H. Rubens und E. Aschkinass, Ann. d. Phys. u. Chem. 67, S. 459, 1899.

2. Die Versuchsanordnung.

Unsere Versuchsanordnung ist in Fig. 2 schematisch dargestellt. *A* bedeutet einen als Strahlungsquelle dienenden Auerbrenner ohne Zugglas, *B* einen Hohlspiegel, welcher ein Bild des Strumpfes auf dem mittleren Teil der Luftplatte *C* des Interferometers entwirft. Hinter dem Interferenzapparat befindet sich ein Klappschirm *D*, welcher von dem Platze des Beobachters aus mit Hilfe eines Schnurlaufs betätigt wird. Nach Aufziehen des Klappschirmes treten die Strahlen in das Innere des Kastens *K* ein, welcher die reflektierenden Kristallplatten F_1 bis F_4, einen Hohlspiegel *G* und ein empfindliches Mikroradiometer *H* enthält. Auf dem Thermoelement des Mikroradiometers werden die

Fig. 2.



Strahlen mit Hilfe des Hohlspiegels *G* zu einem Bilde des Auerstrumpfs vereinigt. Eine weitere Konzentration der Strahlen wird durch einen innen polierten Messingkonus bewirkt, mit welchem das Mikroradiometer versehen war. Dieser Konus reichte bis unmittelbar an das Thermoelement heran und war an seiner inneren Grundfläche mit einem 1.3 μ dicken Glimmerblättchen verschlossen. Hierdurch wurde das Instrument wirksam gegen Luftströmungen geschützt, ohne daß seine Empfindlichkeit für Strahlen von großer Wellenlänge wesentlich darunter litt. Zum Schutz gegen fremde Strahlung war das Instrument in ein Metallgehäuse *I* eingeschlossen. Mit Konus versehen gab das Mikroradiometer für die Strahlung einer Kerze in 6 m Entfernung etwa 100 Skalenteile Ausschlag, bei 3 m Skalenabstand und einer Ausschlagsdauer von 10 Sekunden. Unter günstigen Bedingungen, welche besonders bei windstillem klaren Wetter und konstanter Temperatur des Arbeitsraumes erfüllt waren, überstieg der Fehler einer einzelnen Ausschlagsmessung selten 0.2 mm und es konnten durch Häufen von Beobachtungen auch kleine Ausschläge von 2—3 mm auf einige Prozente genau ermittelt werden.

3. Erzeugung der Reststrahlen.

Mit Hilfe der im vorstehenden beschriebenen Anordnung haben wir die Wellenlänge und spektrale Verteilung der Reststrahlen von Steinsalz, Sylvin, Bromkalium und Jodkalium untersucht. Wir beschränkten uns dabei stets auf die Anwendung von 4 reflektierenden Flächen und erhöhten die Reinheit der Reststrahlen durch Benutzung eines Steinsalzschirmes an Stelle des üblichen Metallschirmes[1] (*D*, Fig. 2). Trotzdem erwiesen sich die Reststrahlen noch nicht als vollkommen rein; sie enthielten noch einen Zusatz von kurzwelliger Wärmestrahlung, welcher bei den Reststrahlen von Steinsalz und Sylvin etwa 2 Prozent, bei den Reststrahlen von Bromkalium und Jodkalium 8 bzw. 20 Prozent betrug. Bei der Messung der Wellenlänge mit Hilfe des Interferometers war diese Verunreinigung belanglos; sie ergab nur eine gleichmäßige Erhöhung der beobachteten Strahlungsintensität in allen Stellungen des Schlittens. Dagegen mußte diese Verunreinigung bei allen Reflexions- und Absorptionsmessungen sorgfältig bestimmt und berücksichtigt werden.

Zur Darstellung der Reststrahlen von Steinsalz dienten 4 Platten von 2 cm Dicke und 10 × 10 cm Grundfläche, welche als Spaltstücke aus einem vollkommen klaren Würfel erhalten und an ihrer Oberfläche sorgfältig geschliffen und poliert waren.

Die für die Reststrahlen von Sylvin notwendigen Platten verdanken wir der Güte des Hrn. Prof. Dr. Heinrich Precht, Direktors des Neu-Staßfurter Salzbergwerks, welcher uns das wertvolle Material kostenlos zur Verfügung stellte. Wir ergreifen gern die Gelegenheit, Hrn. Precht für diese wesentliche Förderung unserer Arbeit bestens zu danken. Der Block, aus welchem die 4 verwendeten Platten von 2 × 10 × 10 cm Größe geschnitten waren, zeigte milchweiße Farbe und kristallinisches Gefüge. Das Salz war nicht vollkommen rein, es bestand aus 98.5 Prozent Chlorkalium und 1.5 Prozent Chlornatrium. Es erwies sich aber als genügend politurfähig, und die Oberflächen hielten sich wochenlang in tadellosem Zustand.

Die zur Erzeugung der Reststrahlen von Bromkalium und Jodkalium erforderlichen Platten mußten aus geschmolzenem Salz gegossen werden[2]. Zu diesem Zweck wurde das Salz im Innern eines großen

---

[1] Bekanntlich läßt ein solcher Steinsalzschirm die Gesamtstrahlung der Lichtquelle bis auf einen geringen, von der Reflexion an seinen Oberflächen herrührenden Bruchteil nahezu ungeschwächt hindurch, während er die auszusondernde Reststrahlung vollkommen absorbiert. Der bei dem Entfernen des Steinsalzschirmes aus dem Strahlengang beobachtete Ausschlag rührt daher fast nur von der zu untersuchenden langwelligen Strahlung her (vgl. H. Rubens, Berichte der Phys. Ges. Nov. 1896).

[2] Vgl. E. Aschkinass, Ann. d. Phys. 1, S. 42, 1900.

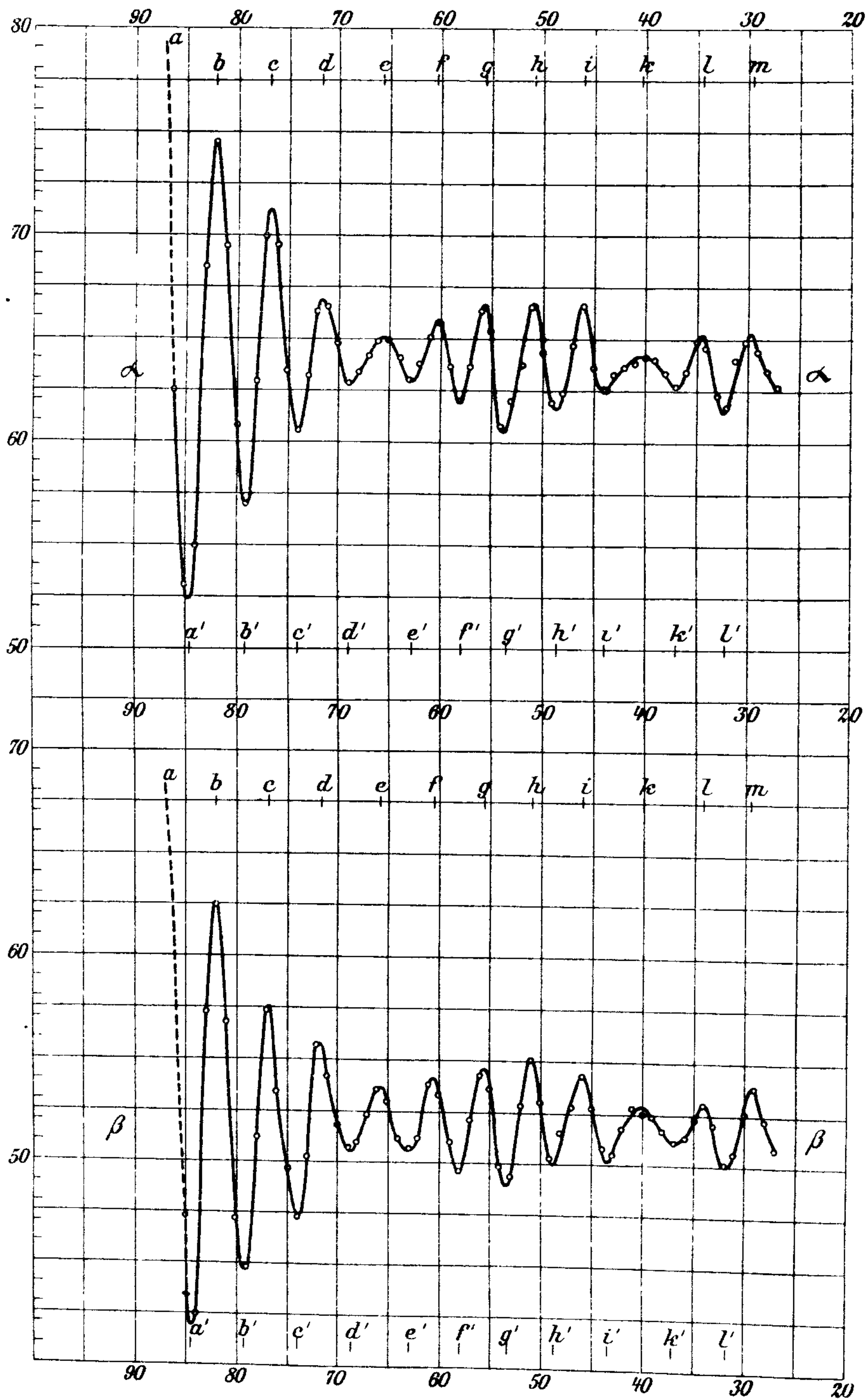
Gasofens, welchen uns Hr. Geheimrat Nernst gütigst zur Verfügung stellte, in einem Nickeltiegel auf etwa 800° erwärmt und die rotglühende Masse dann in Messingkästen von 10×10×1.5 cm Größe gegossen. Wir möchten nicht unterlassen, Hrn. Nernst für die uns gewährte Unterstützung an dieser Stelle unseren besten Dank auszusprechen. Nach dem Erstarren zeigten sich die Platten zwar uneben und von einigen Rissen durchzogen, sie ließen sich aber auf der Drehbank ohne Schwierigkeit eben abdrehen. Das Schleifen und Polieren der Bromkaliumflächen bot keine Schwierigkeit. Dagegen war es uns erst nach vielen vergeblichen Versuchen möglich, gute Jodkaliumspiegel zu erhalten. Die Hauptschwierigkeit bereitete uns hierbei die poröse Struktur des Materials, welche um so stärker hervortritt, je tiefer man in die gegossene Platte eindringt. Erst, als wir gelernt hatten, die Platten in feuchtem Zustande aufeinander abzuschleifen, wobei sich eine gesättigte Jodkaliumlösung bildet, welche in die Poren eindringt und beim allmählichen Trocknen unter fortgesetztem Schleifen die Poren mit fester Substanz ausfüllt, gelang es uns, brauchbare Flächen zu erhalten. Diese nahmen, mit Diamantine und Paraffinöl auf dem Handballen gerieben, eine gute Politur an, welche mehrere Tage anhielt.

Leider mußten wir auf die Untersuchung der Reststrahlen von Bromnatrium verzichten, da dieses Material so außerordentlich stark hygroskopisch ist, daß seine blanken Oberflächen stets im Laufe von einer Stunde matt wurden. Wir können in dieser Beziehung die ungünstigen Erfahrungen, welche E. Aschkinass bei der Herstellung von Bromnatriumspiegeln gewonnen hat, vollkommen bestätigen. Auch künstliche Trocknung der Zimmerluft durch große Mengen von Chlorcalcium, welche in offenen Gefäßen an mehreren Stellen des Zimmers, insbesondere im Innern des Kastens *K*, untergebracht waren, änderten nichts an dieser Tatsache.

4. Aufnahme der Interferenzkurven.

Bei der Ausführung unserer Versuchsreihen sind wir stets folgendermaßen vorgegangen. Zunächst wurden die Quarzplatten des Interferometers in der oben beschriebenen Weise justiert, bis das Ringsystem im reflektierten Natriumlicht deutlich hervortrat. Alsdann wurden die Platten bis zur Berührung einander genähert und die Teilmaschine dann um den Betrag des toten Ganges zurückgedreht, so daß eine weitere Drehung der Trommel in dem letztgenannten Sinn eine Entfernung der Platten voneinander bewirken mußte. Nunmehr konnten die eigentlichen Messungen beginnen: durch eine Reihe von

Fig. 3. Steinsalz.



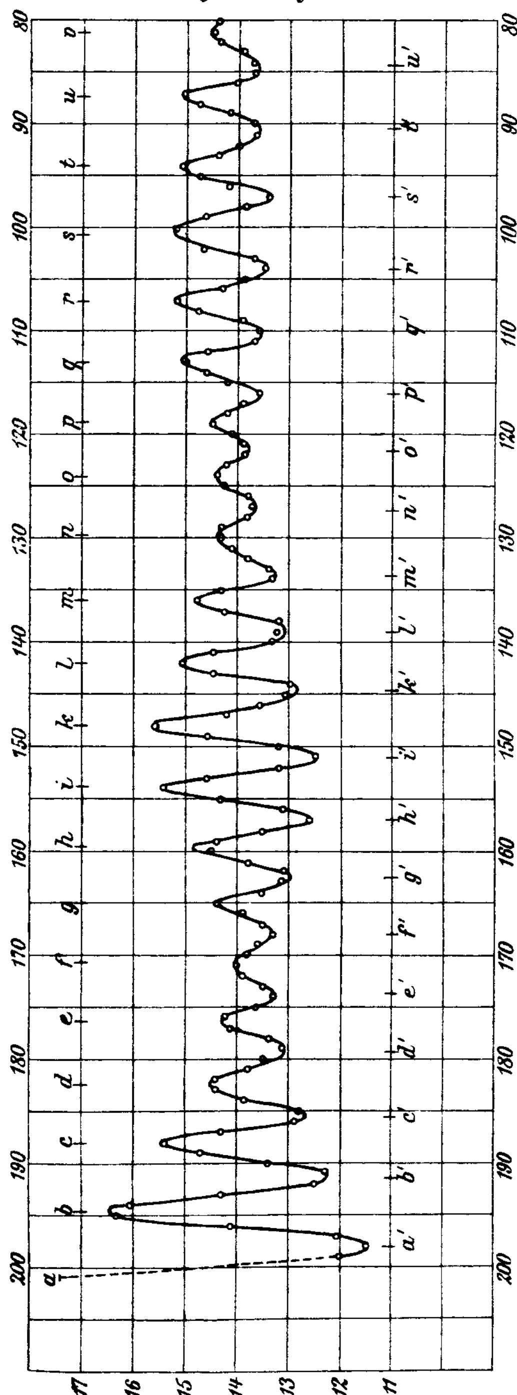


Fig. 4. Sylvin.

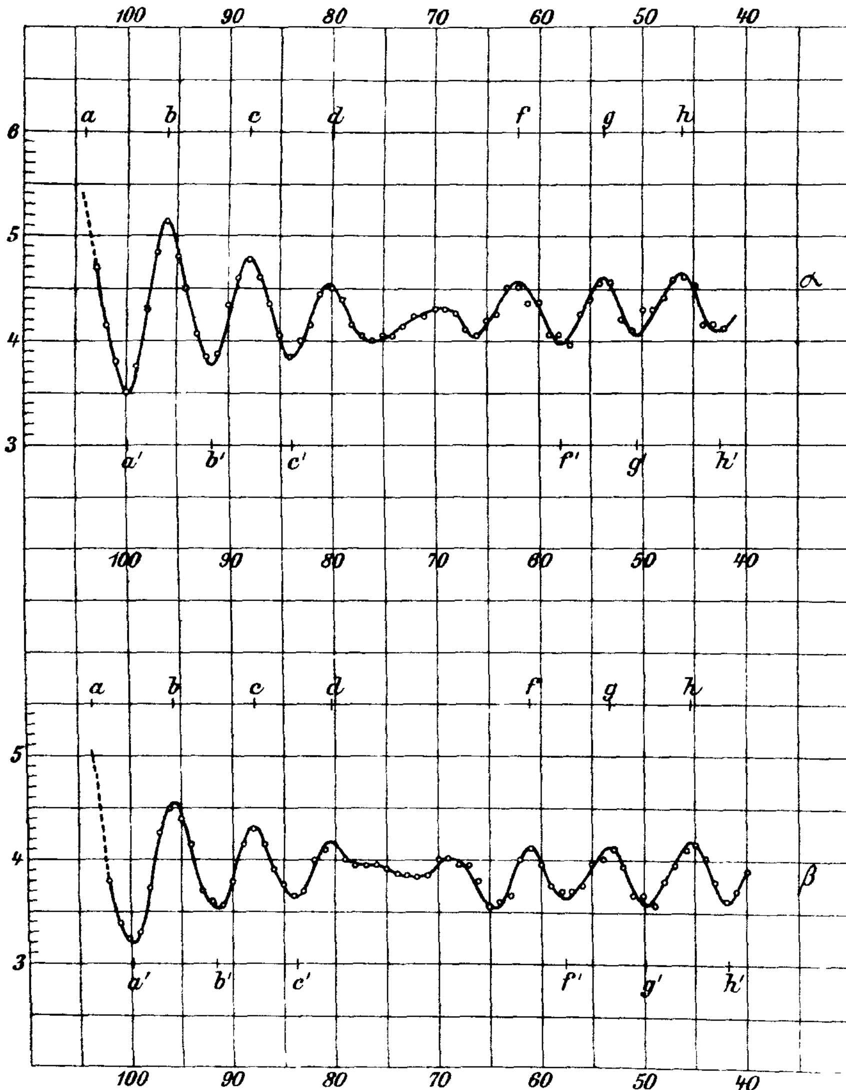
Ausschlägen wurde die Intensität der Strahlung bestimmt, dann die Trommel um einen Skalenteil im Sinne des wachsenden Abstandes der beiden Quarzplatten gedreht, abermals eine Reihe von Ausschlägen gemessen und in dieser Weise fortgefahren, bis das gesamte Interferenzbild mit hinreichender Deutlichkeit hervortrat bzw. bis die beobachteten Interferenzstreifen anfingen, undeutlich zu werden.

Über die erhaltenen Resultate geben die Figuren 3 — 6 Aufschluß. Fig. 3 bezieht sich auf die Reststrahlen von Steinsalz, Fig. 4 auf diejenigen von Sylvin, Fig. 5 auf diejenigen von Bromkalium und Fig. 6 endlich auf diejenigen von Jodkalium. In allen Kurven sind die Ablesungen an der Trommel der Teilmaschine als Abszissen, die zugehörigen Ausschläge als Ordinaten aufgetragen. Die Differenzen der Abszissen zweier Kurvenpunkte entsprechen somit der zugehörigen Dicke der Luftplatte, ausgedrückt in Trommelteilen (1 Teil = 5.23 μ). An den mit *a* bezeichneten Stellen der Kurven ist die Dicke der Luftplatte gleich Null, d. h. die Quarzplatten berühren sich. Die Lage dieses Punktes *a* mußte indessen stets durch Extrapolation aus dem Verlauf der Kurven gefunden werden, da die eigentlichen Beobachtungen erst bei einer Dicke der Luftschicht von 1 — 2 Trommelteilen zuverlässige Resultate lieferten.

5. Diskussion der Interferenzkurven.

In sämtlichen Kurven ist der zu erwartende Wellencharakter scharf ausgeprägt. Auch die Tiefe des ersten Minimums entspricht angenähert dem aus der Airyschen Formel berechneten Wert. Eine andere Eigen-

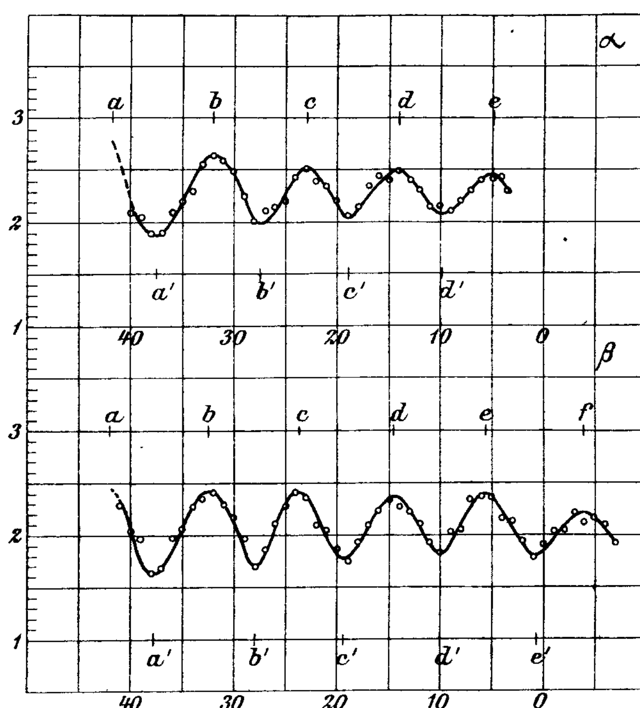
Fig. 5. Bromkalium.



tümlichkeit tritt in den Kurven deutlich hervor. Die Stärke der Maxima und Minima nimmt nicht, wie man wohl hätte vermuten können, mit wachsender Dicke der Luftschicht kontinuierlich ab, sondern es treten periodische Schwankungen in der Höhe der Maxima bzw. der Tiefe der Minima auf. Die graphischen Darstellungen in den Figuren 3—6

erinnern lebhaft an die Kurven, welche man bei der mechanischen Aufzeichnung von Schwebungen erhält. Diese Ähnlichkeit ist keine rein äußerliche; vielmehr liegen in beiden Fällen analoge Ursachen vor. Wir haben es offenbar bei den Reststrahlen von Steinsalz, Sylvin und Bromkalium nicht mit einem einzigen, sondern mit zwei Strahlungsgebieten von verschiedener mittlerer Wellenlänge zu tun. Daß die Maxima und Minima an keiner Stelle in den Kurven der Figuren 3, 4 und 5 vollkommen verschwinden, läßt erkennen, daß die beiden Streifen ungleich stark sind. Die Wellenlänge des stärkeren Streifens λ_1

Fig. 6. Jodkalium.



erhält man mit großer Genauigkeit, indem man den Abstand A zweier »korrespondierender« Maxima oder Minima, ausgedrückt in Trommelteilen, durch die Anzahl n der dazwischenliegenden Halbwellen dividiert und mit dem vierfachen Wert eines Trommelteils multipliziert. Hierbei sollen solche Maxima oder Minima als »korrespondierende« gelten, welche gleichen Phasen der Schwebung entsprechen. So ist z. B. in Fig. 4 das Maximum a mit dem Minimum i' und mit dem Maximum s korrespondierend, ebenso b mit k' und t, ferner a' mit k und s', b' mit l und t' usw. Selbstverständlich handelt es sich hierbei nur um eine Annäherung, denn es ist im allgemeinen nicht zu erwarten, daß sich das Verhältnis der Wellenlängen der beiden Streifen

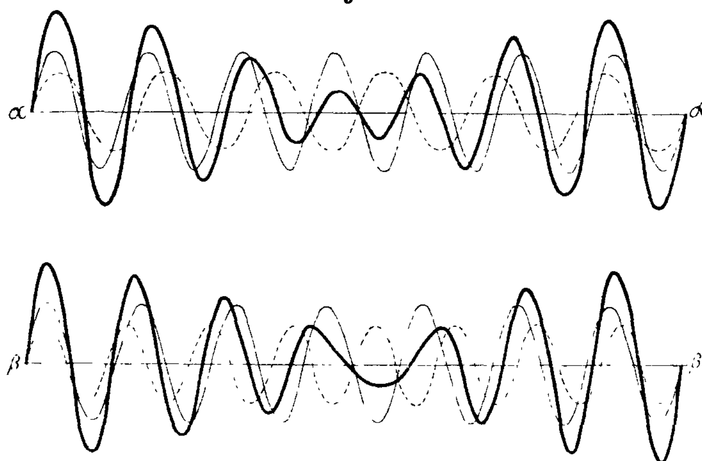
durch ganze Zahlen von geringer Größe ausdrücken läßt (im vorliegenden Beispiel 15 zu 17). Ein Irrtum in der Zuordnung der korrespondierenden Punkte um eine Halbwelle ergibt aber nur einen sehr geringen Fehler in der Wellenlänge des stärkeren Streifens.

Die Frage, ob der schwächere Streifen größere oder kleinere Wellenlänge besitzt als der stärkere, kann leicht auf Grund der folgenden Überlegung entschieden werden. Offenbar entspricht die Länge der Halbwelle in denjenigen Teilen der Interferenzkurve, in welchen beide Streifen in dem gleichen Sinne wirken und daher die Maxima und Minima am stärksten ausgeprägt sind, einem mittleren Wert, welcher größer ausfällt, als ihn der kurzwellige Streifen allein ergeben würde, aber kleiner ist, als man ihn erwarten müßte, wenn die Interferenzen nur von dem langwelligen Streifen herrührten. Bestimmt man diesen »mittleren Wert« der Halbwelle l und dividiert ihn in den Abstand A zweier »korrespondierender« Maxima oder Minima, so erhält man eine Zahl $\nu = \frac{A}{l}$, welche größer ist als n, wenn der schwächere Streifen kürzere Wellenlänge hat als der stärkere, und kleiner als n, wenn der schwächere Streifen der langwelligere ist. Die Wellenlänge des schwächeren Streifens berechnet sich im ersteren Falle zu $\lambda_2 = \lambda_1 \frac{n}{n+2} = \frac{A}{n+2} \cdot 20.91\,\mu$, im zweiten Falle zu $\lambda_2 = \lambda_1 \frac{n}{n-2} = \frac{A}{n-2} \cdot 20.91\,\mu$. Man sieht, daß die Wellenlänge des schwächeren Streifens λ_2 stärker durch die bis zu einem gewissen Grade willkürliche Wahl der Zahl n beeinflußt wird als λ_1.

Aus dem Anblick der Kurven kann man übrigens, wie aus der vorstehenden Überlegung hervorgeht, sofort erkennen, welcher der beiden betrachteten Fälle vorliegt. Ist der schwächere Streifen der langwelligere, so drängen sich die Maxima und Minima an denjenigen Stellen der Kurve zusammen, an welchen die Interferenzen schwach sind. Besitzt dagegen der schwächere Streifen kürzere Wellenlänge als der Hauptstreifen, so zeigt sich an jenen Stellen ein Auseinanderrücken der Interferenzen.

Um diese Eigentümlichkeit der Interferenzkurven zu veranschaulichen, sind in Fig. 7 zwei Schwebungskurven abgebildet, welche durch Superposition je zweier Sinuswellen entstanden sind, deren reziproke Wellenlängen sich wie 7 zu 6 bzw. wie 7 zu 8 verhalten. Das Amplitudenverhältnis ist in beiden Fällen 2 zu 3. Die mit α bezeichnete Kurve entspricht dem Fall eines Hauptstreifens mit einem langwelligen Begleiter, die mit β bezeichnete dem eines Hauptstreifens mit kurz-

Fig. 7.



welligem Begleiter. Von den Kurven der Figuren 3—6 gehört nur Fig. 4 dem α-Typus an, alle übrigen dagegen dem β-Typus.

Außer der mittleren Wellenlänge der beiden Strahlungsgebiete liefern uns aber die betrachteten Interferenzkurven zugleich ein Mittel, ein Urteil über die Homogenität der Reststrahlen bzw. ein Bild ihrer Energieverteilung zu gewinnen[1]. In einwandfreier Weise geschieht dies durch Anwendung eines Rechenverfahrens, welches wir der gütigen Mitteilung des Hrn. PLANCK verdanken und welches an anderer Stelle ausführlich verwertet werden soll. Weniger streng, aber auf einem sehr einfachen Wege führt folgende Überlegung zu einer in vielen Fällen brauchbaren Annäherung. Wir denken uns die Energieverteilung in einem jeden der beiden Streifen in erster Annäherung durch eine dreikonstantige Gleichung von der Form dargestellt:

$$(1.)\qquad \phi_\lambda = \phi_1 \cdot \frac{\gamma_1^2}{\gamma_1^2 + 4\pi^2 z^2}, \text{ worin } z = \frac{\lambda - \lambda_1}{\lambda_1},$$

für den zweiten Streifen sind in dieser Gleichung ϕ_1, γ_1 und λ_1 durch ϕ_2, γ_2 und λ_2 zu ersetzen.

Dies ist bekanntlich die Gleichung der Resonanzkurve, welche man erhält, wenn man eine nicht zu stark gedämpfte Sinusschwingung mit der Wellenlänge λ_1 und dem logarithmischen Dekrement γ_1 auf eine unendliche Zahl fast ungedämpfter Resonatoren von verschiedener Wellenlänge λ einwirken läßt und die Intensität der Schwingung in den verschiedenen Resonatoren als Funktion ihrer Eigen-

[1] Unsere Aufgabe ist hierbei eine ähnliche, wie sie Hr. A. MICHELSON zu lösen hatte, als er aus den Sichtbarkeitskurven der Interferenzen bei hohem Gangunterschied Rückschlüsse auf die Energieverteilung in den Spektrallinien zog (Phil. Mag. 2, 34, S. 280, 1892).

wellenlänge λ aufträgt. Die Wellenlänge des Maximums der Energiekurve λ_1 soll mit der mittleren Wellenlänge des betreffenden Streifens, dessen Energieverteilung durch die Gleichung (1.) dargestellt werden soll, identisch sein. Gelingt es außerdem noch, die Größen γ_1 und φ_1, welche als weitere Konstanten in die Gleichung (1.) eingehen, zu bestimmen, so läßt sich die Energiekurve zeichnen.

Um die Größe γ aus unseren Interferenzkurven zu ermitteln, machen wir die Annahme, daß die unendliche Zahl der ungedämpften Sinuswellen, aus welchen der zu untersuchende Streifen besteht, dessen Energieverteilung durch Gleichung (1.) dargestellt werden soll, durch einen Zug gedämpfter Sinuswellen von der Wellenlänge λ_1 und dem logarithmischen Dekrement γ_1 ersetzt sei. Wie Hr. Bjerknes[1] zuerst gezeigt hat, liefert ein solcher Wellenzug durch senkrechte Reflexion an einer festen Wand stehende Wellen, welche, mit Hilfe eines energiemessenden Instrumentes aufgenommen, sich durch eine Kurve darstellen lassen, die wiederum die Form einer gedämpften Sinuswelle aufweist, wenn man die Abstände von der reflektierenden Wand als Abszissen, die Intensitäten als Ordinaten aufträgt. In dieser Kurve ist die Wellenlänge halb so groß, aber das logarithmische Dekrement von gleicher Größe wie bei der erzeugenden Sinuswelle. Nun sind aber die Interferenzkurven, welche mit unserem Interferometer beobachtet werden, von gleicher Form wie die betrachteten Intensitätskurven der stehenden Welle vor einer reflektierenden Wand[2]. Wir sind somit berechtigt, die Größe γ unmittelbar aus unseren Interferenzkurven zu entnehmen, indem wir diese als gedämpfte Sinuskurven mit dem logarithmischen Dekrement γ behandeln. Hierbei tritt jedoch die Schwierigkeit auf, daß wir es stets mit zwei Streifen bzw. mit zwei gedämpften Sinuswellen zu tun haben, welche Schwebungen bilden.

Um dieser Schwierigkeit zu begegnen, fügen wir den bereits genannten vereinfachenden Voraussetzungen noch die weitere hinzu, daß die Dämpfung in beiden Streifen, bezogen auf gleiche Längen, dieselbe sein soll, bzw. daß sich die logarithmischen Dekremente der beiden Streifen verhalten sollen wie ihre mittleren Wellenlängen

$$\gamma_1 : \gamma_2 = \lambda_1 : \lambda_2 .$$

Dies ist mit dem experimentellen Befund in angenäherter Übereinstimmung, da die Schwebungen an den verschiedenen Stellen der Interferenzkurven nahezu gleich stark hervortreten. Unter dieser Annahme

---

[1] V. Bjerknes, Wied. Ann. 44, S. 517, 1891.

[2] Dieser Satz besitzt nur dann Gültigkeit, wenn das Reflexionsvermögen an den Grenzen der Luftplatte klein ist. Die Annäherung ist in dem vorliegenden Fall eine sehr gute.

lassen sich die logarithmischen Dekremente für die beiden Streifen leicht berechnen, indem man nur diejenigen Maxima und Minima der Interferenzkurven berücksichtigt, welche am stärksten hervortreten, in welchen also beide gedämpften Sinuskurven in Phase sind. In Fig. 4 ist dies z. B. in dem Maximum a, dem Minimum i' und dem Maximum s der Fall. Die Höhendifferenz zwischen a und a' ($h_{aa'}$) beträgt 6.0 mm, diejenige zwischen i' und k ($h_{i'k}$) 3.1 mm, zwischen s und s' ($h_{ss'}$) 1.8 mm. Hieraus berechnet sich das logarithmische Dekrement des kurzwelligen Hauptstreifens zu

$$\gamma_1 = \frac{2}{n} \log \text{nat} \frac{h_{aa'}}{h_{i'k}} = 0.078,$$

bzw.

$$\gamma_1 = \frac{1}{n} \log \text{nat} \frac{h_{aa'}}{h_{ss'}} = 0.071,$$

im Mittel also $\gamma_1 = 0.074$ und dementsprechend

$$\gamma_2 = \gamma_1 \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \gamma_1 \frac{n}{n-2} = 0.084.$$

Das logarithmische Dekrement γ ergibt sich übrigens aus unseren Interferometerkurven stets etwas größer, als der Energieverteilung der Strahlen entspricht. Es liegt dies an der Divergenz der Strahlen, welche die Luftplatte durchdringen. Von der Mitte der Luftplatte, wo ein Bild des Auerstrumpfs entsteht, divergieren die Strahlen nach den Rändern des Hohlspiegels G (Fig. 2) derart, daß die Randstrahlen mit dem Zentralstrahl einen Winkel von $2\frac{1}{2}°$ bilden. Da indessen der Kosinus von $2\frac{1}{2}°$ sich nur um ein Tausendstel von der Einheit unterscheidet, so konnte der von der Divergenz der Strahlen herrührende Fehler bei unseren Erörterungen unberücksichtigt bleiben.

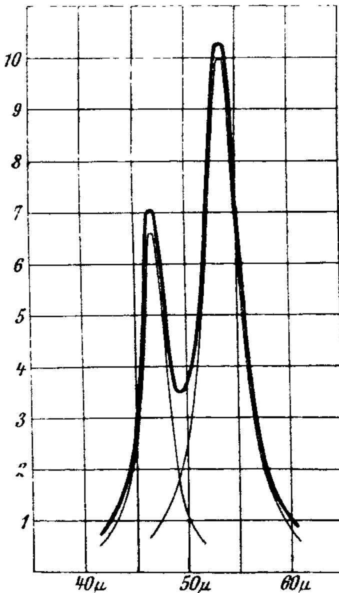
Es bleiben endlich noch die Konstanten ϕ_1 und ϕ_2 zu bestimmen, welche den Maximalwerten der Intensität in den beiden Streifen entsprechen. Da der Maßstab, in welchem die Energiekurve gezeichnet wird, gleichgültig ist, so kommt es hier nur auf das Verhältnis $\frac{\phi_2}{\phi_1}$ an. Man erhält dies, indem man die Höhendifferenz der Maxima und Minima an denjenigen Stellen der Interferenzkurven miteinander vergleicht, an welchen die Interferenzen am stärksten und an welchen sie am schwächsten ausgeprägt sind. Im ersten Falle addieren sich, im zweiten Falle subtrahieren sich die Maxima der beiden superponierten Interferenzkurven. Wählen wir wieder die in Fig. 4 dargestellte Reihe als Beispiel, so folgt

$$\frac{\phi_2}{\phi_1} = \frac{\sqrt{h_{aa'} \cdot h_{i'k}} - h_{ee'}}{\sqrt{h_{aa'} \cdot h_{i'k}} + h_{ee'}} \quad \text{bzw.} \quad \frac{\phi_2}{\phi_1} = \frac{\sqrt{h_{i'k} \cdot h_{ss'}} - h_{n'o}}{\sqrt{h_{i'k} \cdot h_{ss'}} + h_{n'o}}$$

Setzt man für $h_{aa'}$, $h_{i'k}$ und $h_{ss'}$ die oben angegebenen Werte ein, ferner für $h_{ee'} = 0.9$ mm und für $h_{n'o} = 0.6$ mm, so erhält man für das Verhältnis $\frac{\phi_2}{\phi_1}$ aus den beiden vorstehenden Gleichungen die Werte 0.65 und 0.60, im Mittel 0.625.

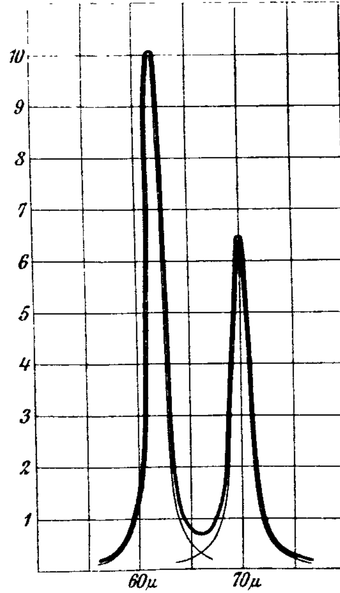
Mit Hilfe der so berechneten Konstanten λ_1, λ_2, γ_1, γ_2 und $\frac{\phi_2}{\phi_1}$ sind die in den Figuren 8, 9 und 10 wiedergegebenen Kurven der Energieverteilung für Reststrahlen von Steinsalz, Sylvin und Bromkalium ge-

Fig. 8.



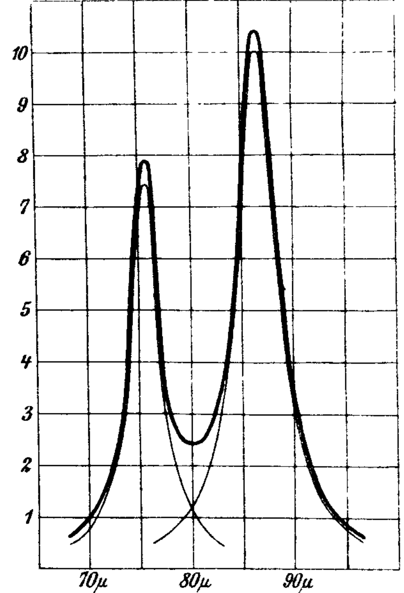
Reststrahlen von Steinsalz.

Fig. 9.



Reststrahlen von Sylvin.

Fig. 10.



Reststrahlen von Bromkalium.

zeichnet. Daß diese Energieverteilungen in der Tat Interferenzbildern entsprechen, welche mit den in den Figuren 3—6 wiedergegebenen angenähert übereinstimmen, ist aus den Figuren 3a, 4a und 5a zu ersehen. Die darin abgebildeten Interferenzkurven sind aus den Energiekurven der Figuren 8, 9 und 10 durch Rechnung erhalten. Sie stimmen ziemlich gut mit den beobachteten Interferenzkurven der Figuren 3 bis 6 überein. Bei den Reststrahlen von Bromkali (Fig. 5) ist die Annäherung am vollkommensten, bei den Reststrahlen von Steinsalz (Fig. 3) am unvollständigsten, insbesondere in dem Teil der Kurve, welcher den größten Dicken der Luftplatte entspricht.

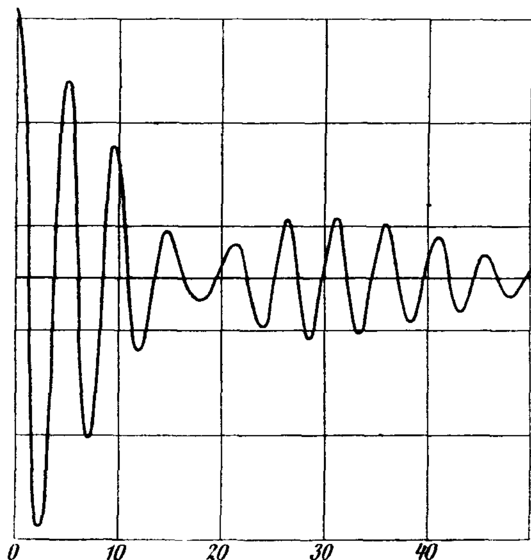
6. Resultate der Wellenlängenmessung.

Bezüglich des Zahlenergebnisses der beobachteten Interferenzkurven ist im einzelnen folgendes zu bemerken:

Reststrahlen von Steinsalz.

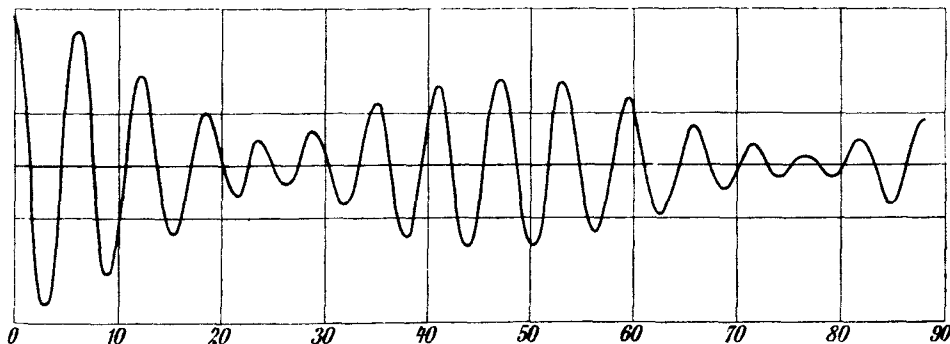
Es wurden im ganzen 6 untereinander gut übereinstimmende Beobachtungsreihen an verschiedenen Stellen der Teilmaschine aufgenommen[1]. Die in Fig. 3 wiedergegebenen Reihen α und β sind mit den beiden verschiedenen Quarzplattenpaaren beobachtet, und zwar α mit den planparallelen, β mit den keilförmigen Platten. Wie man sieht, zeigen die beiden Kurven den gleichen Verlauf. Bei den folgenden Messungen haben wir meist die planparallelen Quarzplatten verwendet, weil sie sich beim Einkitten weniger leicht verbogen als die keilförmigen Platten.

Fig. 3a. Steinsalz.



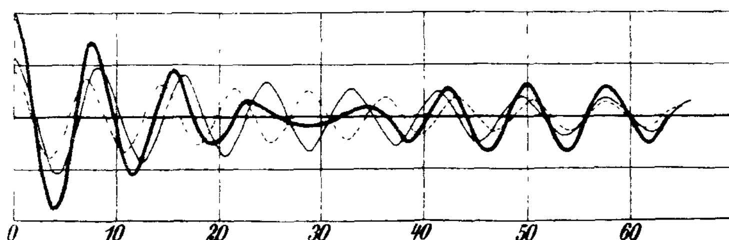
In den beiden folgenden Tabellen ist die Lage der Maxima und Minima für die mit Reststrahlen von Steinsalz beobachteten Reihen α und β zusammengestellt.

Fig. 4a. Sylvin.



[1] Bei einer von diesen Reihen diente eine Nernstlampe als Strahlungsquelle. Die beiden Streifen traten in der betreffenden Interferenzkurve ebenso deutlich hervor wie in den übrigen Reihen, und es ergaben sich für die Wellenlängen der Maxima die gleichen Werte.

Fig. 5a. Bromkalium.



Reihe α

Maxima		Minima	
a	87.0	a'	84.4
b	82.0	b'	79.2
c	76.9	c'	74.0
d	71.7	d'	68.6
e	65.7	e'	63.0
f	60.5	f'	58.0
g	55.6	g'	53.3
h	51.0	h'	48.7
i	46.0	i'	43.4
k	40.0	k'	37.0
l	34.1	l'	31.7

Reihe β

Maxima		Minima	
a	87.0	a'	84.6
b	82.0	b'	79.2
c	76.8	c'	74.0
d	71.6	d'	68.9
e	65.6	e'	62.8
f	60.3	f'	58.0
g	55.7	g'	53.6
h	50.8	h'	48.6
i	46.0	i'	44.0
k	40.2	k'	37.0
l	34.3	l'	32.2

Um den Vergleich der Ergebnisse beider Reihen zu erleichtern, sind die Anfangspunkte (a) durch Umrechnung auf den gleichen Teilstrich gelegt worden. In Wirklichkeit wurden die beiden Reihen an verschiedenen Stellen der Spindel und Trommel beobachtet. Zur Bestimmung der Größe A, des Abstandes zweier korrespondierender Punkte, wurden stets nur die am schärfsten ausgeprägten Maxima und Minima verwendet. Als korrespondierende Punkte sind zu betrachten: a und h, b und i, a' und h', b' und i' usw. Hieraus folgt $n = 14$ und $A = 35.9$, nämlich:

Reihe α

$$a - h = 36.0$$
$$b - i = 36.0$$
$$a' - h' = 35.7$$
$$b' - i' = \underline{35.8}$$
$$A = 35.9$$
$$\lambda_1 = \frac{35.9}{14} \cdot 20.91 = \mathbf{53.6}\ \mu$$
$$\lambda_2 = \frac{35.9}{16} \cdot 20.91 = \mathbf{46.9}\ \mu$$

Reihe β

$$a - h = 36.2$$
$$b - i = 36.0$$
$$a' - h' = 36.0$$
$$b' - i' = \underline{35.2}$$
$$A = 35.9$$
$$\gamma_1 = 0.23$$
$$\gamma_2 = 0.20$$

$$\frac{\phi_2}{\phi_1} = 0.66\,.$$

Es soll an dieser Stelle nochmals hervorgehoben werden, daß die mit Hilfe der vorstehenden Konstanten berechnete Energieverteilung (Fig. 3a) nur eine Annäherung ist. In Wirklichkeit ist der Abfall der Energiekurve nach Seite der langen Wellen wahrscheinlich ein sanfterer, als ihn die Kurve der Figur 3 angibt. Es folgt dies aus dem hohen Reflexionsvermögen, welches Steinsalz für die Reststrahlen von Sylvin besitzt[1].

Reststrahlen von Sylvin (Chlorkalium).

Drei Versuchsreihen wurden beobachtet, eine davon mit den konischen Quarzplatten. Die Reihen zeigten gute Übereinstimmung; die in Fig. 4 dargestellte ist unter den günstigsten Bedingungen aufgenommen. Sie lieferte folgendes Zahlenergebnis:

Maxima		Minima	
a	201.0	*a'*	198.0
b	194.7	*b'*	191.4
c	188.4	*c'*	185.5
d	182.3	*d'*	179.1
e	176.2	*e'*	173.7
f	170.7	*f'*	168.0
g	165.0	*g'*	162.5
h	159.6	*h'*	157.0
i	153.9	*i'*	151.0
k	148.0	*k'*	144.6
l	141.9	*l'*	139.0
m	136.0	*m'*	133.6
n	129.8	*n'*	127.3
o	124.0	*o'*	121.6
p	118.8	*p'*	116.0
q	113.0	*q'*	110.1
r	107.0	*r'*	103.9
s	100.8	*s'*	97.0
t	94.0	*t'*	90.9
u	87.2	*u'*	84.4
v	81.0	*v'*	—

$$n = 17;\ A = a - i' = 50.0$$
$$a' - k = 50.0$$
$$b - k' = 50.1$$
$$b' - l = 49.5$$
$$c - l' = 49.4$$
$$h' - r = 50.0$$
$$i - r' = 50.0$$
$$i' - s = 50.2$$
$$k - s' = 51.0$$
$$k' - t = 50.6$$
$$\overline{50.1}$$

$$\lambda_1 = \frac{50.1}{17} \cdot 20.91 = \mathbf{61.6}\ \mu$$

$$\lambda_2 = \lambda_1 \frac{17}{15} = \mathbf{69.9}\ \mu$$

$$\gamma_1 = 0.074 \qquad \gamma_2 = 0.084$$

$$\frac{\phi_2}{\phi_1} = 0.63$$

Die beiden anderen Reihen lieferten für λ_1 und λ_2 die Werte 62.2 und 70.5 μ sowie 62.1 und 70,4 μ. Auch die Werte von γ_1, γ_2 und $\frac{\phi_2}{\phi_1}$ waren mit denen der mitgeteilten Reihe in guter Übereinstimmung.

[1] H. Rubens und E. Aschkinass, Wied. Ann. 65, S. 253. 1898.

Reststrahlen von Bromkalium.

Von drei beobachteten Reihen sind zwei in Fig. 5 abgebildet. Die mit β bezeichnete Reihe ist unter den günstigsten Bedingungen aufgenommen. Die Lage derjenigen Maxima und Minima, welche mit genügender Schärfe hervortreten, ist in den folgenden Tabellen enthalten:

Reihe α

Maxima		Minima	
a	104.0	a'	99.9
b	96.0	b'	91.7
c	88.0	c'	83.9
d	80.0	d'	—
e	—	e'	—
f	61.9	f'	58.0
g	53.8	g'	50.5
h	45.9	h'	42.5

Reihe β

Maxima		Minima	
a	103.6	a'	99.7
b	95.7	b'	91.6
c	87.9	c'	83.8
d	80.1	d'	—
e	—	e'	—
f	61.0	f'	57.7
g	53.3	g'	49.9
h	45.4	h'	41.8

Korrespondierende Punkte sind a und h, ebenso a' und h'. Hieraus folgt $n = 14$ und $A = 57.8$ bzw. 58.1, nämlich

Reihe α

$$A = a - h = 58.1$$
$$a' - h' = 57.5$$
$$A = 57.8$$
$$\lambda_1 = \frac{57.8}{14} \cdot 20.91 = \mathbf{86.3}\ \mu$$
$$\lambda_2 = \lambda_1 \frac{14}{16} = \mathbf{75.5}\ \mu$$

Reihe β

$$a - h = 58.2$$
$$a' - h' = 57.9$$
$$A = 58.1$$
$$\lambda_1 = \mathbf{86.8}\ \mu$$
$$\lambda_2 = \mathbf{76.0}\ \mu$$

$$\gamma_1 = 0.18$$
$$\gamma_2 = 0.158$$
$$\frac{\phi_2}{\phi_1} = 0.74\,.$$

Die dritte Reihe ergab $\lambda_1 = 86.4\,\mu$ und $\lambda_2 = 75.5\,\mu$.

E. Aschkinass hat aus dem Reflexionsvermögen des Bromkaliums für Reststrahlen von Steinsalz und Sylvin den Schluß gezogen, daß das Reflexionsmaximum des Bromkaliums wahrscheinlich zwischen 60 und 70 μ gelegen sei. Wie man sieht, bleibt diese Schätzung erheblich hinter dem beobachteten Wert der Wellenlänge des Gebietes metallischer Reflexion zurück.

Reststrahlen von Jodkalium.

Die Reststrahlen des Jodkaliums ergaben in unserem Mikroradiometer einen Ausschlag von 5 mm; hiervon waren etwa 20 Prozent durch Verunreinigung hervorgerufen. Nach Einschalten des Interferometers reduzierte sich der Ausschlag auf 2.8 mm, wovon etwa 2.4 mm von reiner Reststrahlung herrührten. Trotz dieser geringen Energiemenge war es uns möglich, die mittlere Wellenlänge der Reststrahlen von Jodkalium zu messen, wenn wir auch leider auf die genaue Festlegung des ganzen Interferenzbildes verzichten mußten. Wir haben 4 Versuchsreihen angestellt, von denen zwei in Fig. 6 abgebildet sind. Es war uns möglich 5 Maxima und 5 Minima nachzuweisen. Die Strahlung ist verhältnismäßig homogen, kann aber dennoch sehr wohl aus zwei Streifen bestehen. Die beobachtete Lage der Maxima und Minima war folgende:

Reihe α

Maxima		Minima	
a	41.5	*a'*	37.8
b	32.0	*b'*	28.5
c	22.8	*c'*	18.9
d	14.0	*d'*	9.7
e	5.0	*e'*	—

Reihe β

Maxima		Minima	
a	41.8	*a'*	37.8
b	32.9	*b'*	27.9
c	23.6	*c'*	19.3
d	14.5	*d'*	10.0
e	5.6	*e'*	0.7
f	96.1	—	—

Hieraus ergibt sich die Wellenlänge der Reststrahlen folgendermaßen:

Reihe α

$$a-e = 36.5$$
$$a'-d' = 28.1$$
$$b-d = 18.0$$
$$b'-c' = 9.6$$
$$\overline{92.2}$$

$$\lambda_0 = \frac{92.2}{10} \cdot 10.46 = 96.5\,\mu$$

Reihe β

$$a-f = 45.7$$
$$a'-e' = 37.1$$
$$b-e = 27.3$$
$$b'-d' = 17.9$$
$$\overline{128.0}$$

$$\lambda_0 = \frac{128.0}{14} \cdot 10.46 = 95.6\,\mu.$$

Die dritte und vierte Reihe hatten $\lambda_0 = 97.8\,\mu$ beziehungsweise $\lambda_0 = 96.9\,\mu$ ergeben.

Die mittlere Wellenlänge und Energieverteilung der Reststrahlen hängt, wie schon öfters hervorgehoben worden ist, nicht nur von dem Material der Platten ab, an welchen die Reflexionen hervorgebracht werden, sondern auch von der Zahl der Reflexionen und von dem Inzidenzwinkel, ferner von der Energieverteilung der verwendeten Lichtquelle, von dem Absorptionsvermögen des Strahlungsmessers und

von der selektiven Absorption aller Medien, welche sich im Strahlengang befinden. Alle diese Einflüsse sind aber gering gegenüber der selektiven Reflexion des Plattenmaterials, zumal, wenn die Zahl der Reflexionen nicht zu klein gewählt wird[1].

Ein Vergleich der hier erhaltenen Resultate mit den früheren Wellenlängenmessungen ist jedoch nicht ohne weiteres durchführbar, da bei den Gittermessungen infolge der geringen Energie und der großen Spaltbreiten eine Trennung der beiden Streifen nicht möglich war. Für die mittlere Wellenlänge der Reststrahlen von Steinsalz und Sylvin hatten sich die Werte 51.2 μ bzw. 61.1 μ ergeben[2]. Auch aus unseren Interferenzkurven läßt sich, wie oben gezeigt worden ist[3], ein Wert der mittleren Wellenlänge λ_0 herleiten, wenn man nur die Abstände benachbarter Maxima und Minima an den Stellen der Kurven berücksichtigt, an welchen die beiden Schwingungen in Phase sind. Auf diese Weise erhält man für die mittlere Wellenlänge der Reststrahlen von Steinsalz und Sylvin die Werte 51.7 μ und 63.4 μ. Man sieht, daß die betreffenden Zahlen für Steinsalz gut, für Sylvin aber nur angenähert übereinstimmen. Eine bessere Übereinstimmung ist jedoch schon aus dem Grunde nicht zu erwarten, weil die mittlere Wellenlänge der Reststrahlen bei den Gittermessungen und bei den Interferometermessungen nicht in der gleichen Weise definiert ist.

7. Absorption und Reflexion der Reststrahlen von Bromkalium.

Von den hier untersuchten Reststrahlen sind diejenigen von Steinsalz und Sylvin bereits bekannt. Dagegen gehören die Reststrahlen von Bromkalium und Jodkalium einem Spektralgebiet an, von welchem man bis jetzt keine Kenntnis besaß, und es ist daher von Interesse, das Verhalten dieser Strahlen nach einigen Richtungen hin näher zu untersuchen. Hierbei kommen allerdings hauptsächlich die Reststrahlen von Bromkalium in Betracht, da die Reststrahlen von Jodkalium für viele Messungen zu schwach sind. Immerhin war es uns möglich, die Absorption jener langwelligen Strahlen von fast $^1/_{10}$ mm Wellenlänge in einer Reihe von Substanzen zu untersuchen.

Über die Resultate der Absorptionsmessungen gibt die folgende Tabelle Aufschluß. Unter der prozentischen Durchlässigkeit D ist der hundertfache Quotient der beiden Ausschläge zu verstehen, welche nach

---

[1] Viel stärker als die Wellenlänge der Maxima wird die Homogenität der Reststrahlen durch die Zahl der Reflexionen beeinflußt.

[2] H. Rubens und E. Aschkinass, a. a. O. S. 246 und 247. Siehe auch E. F. Nichols und W. S. Day, Physical Review, 27, 1908, S. 225. Diese Beobachter erhielten für die mittlere Wellenlänge der Reststrahlen von Steinsalz den Wert $\lambda = 52.3\,\mu$.

[3] Vgl. S. 36.

und vor dem Einschalten der betreffenden Substanz in den Strahlengang beobachtet wurden. Auf die Reflexion an den Oberflächen der Platten ist hierbei nicht Rücksicht genommen.

Material	Dicke d	Prozentische Durchlässigkeit D für	
		Reststrahlen von Bromkalium	Reststrahlen von Jodkalium
	mm		
Quarz	0.60	64.9	—
"	2.00	47.6	59.2
"	3.03	39.2	—
"	4.03	31.4	50.4
Paraffin	2.90	47.6	54.5
Glimmer	0.02	51.7	25.0
Hartgummi	0.40	30.3	43.0
Wasser	0.0026	77.3	—
Fluorit	3.48	0	0
Steinsalz	3.00	0	0
Glas	2.20	0	0
Sylvin	4.10	0	0
Wasserdampf	400.00	38.7	33.0
Kohlendioxyd	400.00	100.0	—

Im einzelnen ist den Angaben der Tabelle noch folgendes hinzuzufügen. Von den untersuchten festen Körpern zeigen nur Quarz, Paraffin und Hartgummi in dickeren Schichten eine merkliche Durchlässigkeit. Glimmer aber läßt sich so dünn spalten, daß er weder durch Absorption noch durch Reflexion eine merkliche Schwächung der Strahlen hervorbringt.

Die untersuchte dünne Wasserschicht war eine Seifenlamelle, welche 10 Prozent Glyzerin und 1 Prozent ölsaures Natron enthielt. Sie wurde mit Hilfe des früher benutzten Apparats erzeugt und während der Messung konstant gehalten[1]. Auch die Dickenmessung geschah in der früher beschriebenen Weise auf optischem Wege. Da indessen die Dicke der Membran an verschiedenen Stellen zwischen 2.2 μ und 3.0 μ schwankt, so ist das Resultat nur angenähert richtig.

Zur Messung der Wasserdampfabsorption wurde ein 40 cm langes, 9 cm weites Messingrohr mit offenen Enden in den Strahlengang eingeschaltet, welches durch elektrische Heizung auf einer Temperatur von 150° gehalten wurde. Durch einen seitlichen Rohransatz konnte aus einem Siedegefäß Wasserdampf von 100° und Atmosphärendruck in das Rohr eingelassen werden. Innerhalb des Rohres wurde der Wasserdampf stark überhitzt; auch beim Austritt des Dampfes aus den offenen Rohrenden trat zunächst keine Kondensation ein; eine schwache

[1] H. Rubens und E. Ladenburg, Verhandl. der Dt. Phys. Ges. XI, S. 16, 1909.

Wolkenbildung zeigte sich erst in größerer Höhe über dem Rohr. Während die Reststrahlen von Steinsalz und Sylvin in einer 40 cm langen Wasserdampfschicht nahezu vollkommen absorbiert werden, geht durch eine solche Schicht noch ein sehr erheblicher Bruchteil der Reststrahlen von Bromkalium und Jodkalium hindurch. Die Absorption des Wasserdampfs ist in dem Spektralgebiet zwischen 80 μ und 100 μ zwar immer noch sehr beträchtlich[1], aber zweifellos geringer als in dem Wellenlängenbereich von 50 bis 70 μ. Das gleiche gilt von der Absorption des flüssigen Wassers. Für die Reststrahlen von Steinsalz hatte sich der Extinktionskoeffizient g zu 0.68 ergeben[2]. Für die Reststrahlen des Bromkaliums berechnet sich der Extinktionskoeffizient des Wassers aus den Zahlen der vorstehenden Tabelle[3] zu

$$g = \log \text{nat} \frac{100}{D} \frac{\lambda}{4\pi d} = 0.66 .$$

Daß sich hier trotz der größeren Wellenlänge ein kleinerer Extinktionskoeffizient ergibt, zeigt, daß die Schwächung des Strahles, bezogen auf die gleiche Weglänge, eine geringere ist.

Bekanntlich hat Drude[4] aus der Dispersion des Wassers im sichtbaren und angrenzenden Spektralgebiet und mit Benutzung des bekannten Wertes der Dielektrizitätskonstanten für unendlich lange Wellen das Gebiet der metallischen Absorption des Wassers zu 79 μ berechnet. Die starke Absorption, welche die Reststrahlen von Steinsalz und Sylvin im Wasserdampf erfahren, schien dieses Resultat zu bestätigen[5]. Es ist jedoch durch neuere Versuche gezeigt worden, daß die Voraussetzungen der Drudeschen Berechnung nicht erfüllt sind und daß daher dem Ergebnis jener Rechnung keine Bedeutung zukommt[6].

Besonders eingehend ist die Absorption, welche der Quarz für die verschiedenen Reststrahlen besitzt, von uns untersucht worden. Diese Frage bietet hier ein besonderes Interesse, weil unsere Interferometerplatten aus Quarz bestanden und eine selektive Absorption in den Quarzplatten einen Einfluß auf die Wellenlängenmessung ausüben muß. Unsere Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

---

[1] Daß die Reststrahlen von Bromkalium durch Wasserdampf absorbiert werden, geht auch aus der Tatsache hervor, daß die Flamme des Bunsenbrenners diese Strahlen in merklichem Betrage emittiert. Die überwiegende Menge der Reststrahlen wird jedoch in dem Auerbrenner von dem Glühstrumpf ausgesandt.

[2] H. Rubens und E. Ladenburg, Le Radium VI, S. 108, 1909.

[3] Eine merkliche Reflexion der langwelligen Strahlung findet an der Seifenlamelle wegen ihrer schwachen Absorption und geringen Dicke nicht statt.

[4] P. Drude, Physik des Äthers S. 533.

[5] H. Rubens und E. Aschkinass, a. a. O. S. 252.

[6] H. Rubens und E. Ladenburg, Diese Berichte 1908, S. 274.

Quarz, senkrecht zur Achse[1].

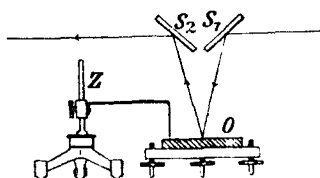
Dicke d	Prozentische Absorption A für die Reststrahlen von			
	Steinsalz	Sylvin	Bromkalium	Jodkalium
mm				
0.60	35.8	14.8	12.2	—
2.00	67.7	46.0	35.5	20.0
3.03	76.9	54.9	46.8	—
4.03	82.6	69.4	57.6	32.0

Bei der Berechnung der prozentischen Absorption ist der Reflexionsverlust an beiden Oberflächen der Platten, welcher etwa 26 Prozent der auffallenden Strahlung beträgt, in Abrechnung gebracht. Man sieht deutlich, wie die Absorption des Quarzes mit wachsender Wellenlänge langsam abnimmt. Stark selektiv ist die Absorption nur für die Reststrahlen von Steinsalz. Berechnet man die Absorptionskonstante q nach der Formel

$$1 - \frac{A}{100} = e^{-qd}$$

für die verschiedenen Reststrahlenarten, so nimmt diese Größe mit wachsender Plattendicke bei den Reststrahlen von Steinsalz von 0.70 bis auf 0.47 ab. Dagegen zeigt sie sich bei den übrigen Reststrahlen angenähert konstant und beträgt für die Reststrahlen von Sylvin 0.281, für diejenigen von Bromkalium 0.216 und für diejenigen von Jodkalium 0.104. Nur bei den Reststrahlen von Steinsalz ist daher ein merklicher Einfluß der selektiven Absorption der Platten auf die Wellenlängenmessung vorhanden. Er bewirkt, daß die Maxima der Energiekurve um einige Zehntel μ nach Seite der langen Wellen verschoben werden. Ferner bedingt er eine erhebliche Verschiebung des Höhenverhältnisses der beiden Maxima zugunsten des langwelligen Streifens.

Fig. 11.



Zur Messung des Reflexionsvermögens verwendeten wir dieselbe Einrichtung, welche bei früheren Versuchen dem gleichen Zwecke gedient hatte. An derjenigen Stelle des Strahlenganges, an welcher in Fig. 2 das Interferometer gezeichnet ist, wurde durch einen schräggestellten Planspiegel S_1 (Fig. 11) die Strahlung abwärts geworfen. Sie traf unter einem Inzidenzwinkel von ungefähr 15° auf die zu unter-

[1] Die Platten sind senkrecht zur optischen Achse geschnitten. Die Strahlen durchsetzen also die Quarzplatten in Richtung der optischen Achse.

suchende Oberfläche O, welche, sofern es sich um einen festen Körper handelte, mit Hilfe einer empfindlichen Libelle genau horizontal gestellt war. Auch wurde sorgfältig darauf geachtet, daß alle zu vergleichenden reflektierenden Oberflächen in derselben Horizontalebene lagen. Dieses konnte mit Hilfe des Tasters Z leicht kontrolliert werden. Die von der Oberfläche O reflektierten Strahlen gelangten nach abermaliger Reflexion an dem Planspiegel S_2 in den Kasten K und zeigten von hier an den in Fig. 2 dargestellten Verlauf. Die Lichtquelle A und der Hohlspiegel B waren bei diesen Versuchen so eingestellt, daß in der zu untersuchenden Oberfläche O ein Bild des Auerstrumpfes entstand. Es hatte dies den Vorteil, daß man genau erkennen konnte, welche Teile der Oberfläche an der Reflexion teilnahmen.

In der folgenden Tabelle sind die Werte des Reflexionsvermögens einiger Substanzen für die Reststrahlen von Bromkalium angegeben. Das Reflexionsvermögen des Silbers ist darin gleich 100 gesetzt.

Reststrahlen von Bromkalium.

Substanz	Reflexionsvermögen
Bromkalium	82.6 Prozent
Jodkalium	29.6 »
Sylvin	36.0 »
Steinsalz	25.8 »
Fluorit	19.7 »
Glas	14.0 »
Wasser ($t = 19°$)	9.6 »

Wie zu erwarten war, ist das Reflexionsvermögen von Bromkalium für die eigenen Reststrahlen sehr hoch. Der in der Tabelle angegebene Wert von R ist sogar zweifellos noch etwas zu klein, da die untersuchte Platte nicht frei von Sprüngen war. Die Reflexionsvermögen von Steinsalz und Sylvin sind für die Reststrahlen von Bromkali noch immer wesentlich höher, als sich aus ihrer Dielektrizitätskonstante für unendlich lange Wellen ergeben würde; dagegen entspricht das Reflexionsvermögen des Flußspats jenem Wert bereits sehr angenähert. Aus der Dielektrizitätskonstante $K = 6.8$ berechnet sich das Reflexionsvermögen des Flußspats für unendlich lange Wellen zu 19.9 Prozent[1].

Um das Reflexionsvermögen des Wassers zu bestimmen, stellten wir auf das in Fig. 11 gezeichnete Tischchen eine Kristallisationsschale,

[1] Ein hiervon wenig verschiedener Wert hatte sich früher auch für die Reststrahlen von Sylvin ergeben, nämlich 20.4 Prozent (H. Rubens und E. Aschkinass, a. a. O. S. 253).

welche bis zu der erforderlichen Höhe mit Wasser gefüllt wurde. Das beobachtete Reflexionsvermögen $R = 9.6$ Prozent ist nahezu von der gleichen Größe wie dasjenige, welches sich für Reststrahlen von Steinsalz ergeben hatte[1]. Aus dem Extinktionskoeffizienten $g = 0.66$ und dem Reflexionsvermögen $R = 9.6$ erhält man den Brechungsexponenten des Wassers nach der Formel

$$n = \frac{100 + R}{100 - R} \pm \sqrt{\left(\frac{100 + R}{100 - R}\right)^2 - g^2 - 1}$$

zu 1.41.[2] Nach derselben Methode war für die Reststrahlen von Flußspat der Brechungsexponent 1.41, für die Reststrahlen von Steinsalz 1.36 abgeleitet worden. So ungenau diese Methode auch zweifellos ist, so zeigen doch diese Zahlen mit absoluter Sicherheit, daß der Brechungsexponent des Wassers bei der 200fachen Wellenlänge des blauen Lichts noch angenähert denselben Wert besitzt wie im sichtbaren Spektrum.

8. Zusammenstellung der Ergebnisse.

Der Inhalt der vorliegenden Untersuchung läßt sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Die Wellenlänge und Energieverteilung der Reststrahlen von Steinsalz, Sylvin, Bromkalium und Jodkalium wurde mit Hilfe eines Quarzinterferometers untersucht.

2. Hierbei ergab sich, daß die Reststrahlen von Steinsalz, Sylvin und Bromkalium aus je zwei Streifen von verschiedener Stärke bestehen. Dies ist auch für die Reststrahlen des Jodkaliums möglicherweise der Fall.

3. Die Wellenlänge der einzelnen Streifen ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Diejenige des stärkeren Streifens ist mit λ_1, diejenige des schwächeren mit λ_2, die mittlere Wellenlänge[3] der betreffenden Reststrahlenart mit λ_0 bezeichnet. Außerdem enthält die Tabelle die Molekulargewichte M der untersuchten vier Substanzen.

---

[1] Durch besondere Versuche haben wir uns davon überzeugt, daß die Absorption der Strahlung in der über der Wasserfläche lagernden gesättigten Wasserdampfschicht keinen merklichen Einfluß auf das Resultat unserer Reflexionsmessung ausgeübt haben konnte. Wir brachten ein 30 cm langes Rohr, welches innen mit nassem Fließpapier ausgekleidet war, in den Strahlengang, während im Arbeitsraum ein relativer Feuchtigkeitsgehalt von 29 Prozent herrschte. Durch Einschalten des Rohres trat keine merkliche Schwächung der Strahlung ein. Wir dürfen hiernach annehmen, daß auch bei der Messung des Reflexionsvermögens kein Fehler durch die Wasserdampfabsorption herbeigeführt worden ist.

[2] Der zweite Wert, welchen die Formel für n liefert, ist 1.01. Er kommt nicht in Betracht.

[3] Vgl. S. 36.

Reststrahlen von	λ_1	λ_2	λ_0	M
Steinsalz	53.6 μ	46.9 μ	51.7 μ	58.5
Sylvin	62.0	70.3	63.4	74.6
Bromkalium	86.5	75.6	82.3	119.0
Jodkalium	—	—	96.7	166.0

Man sieht, daß die mittleren Wellenlängen mit den Molekulargewichten wachsen, und zwar langsamer als die Molekulargewichte, aber schneller als deren Quadratwurzeln.

4. Der Brechungsexponent des Wassers ist bei $\lambda = 82.3\ \mu$ noch von derselben Größenordnung wie im sichtbaren Spektrum.

5. Durch die Untersuchung der Reststrahlen von Bromkalium und Jodkalium hat das uns bekannte Spektrum eine Erweiterung um eine halbe Oktave erfahren. Es umfaßt nunmehr zehn volle Oktaven, von welchen zwei im Ultraviolett, eine im sichtbaren Gebiet und sieben im Ultrarot gelegen sind.

Ausgegeben am 27. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1910.
V.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

27. Januar. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König Friedrich's II.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

Der Vorsitzende eröffnete die Festsitzung mit einer Ansprache, in der er im Namen der Akademie ihrem erhabenen Protektor wärmste Glückwünsche und ehrerbietigsten Dank aussprach und aus Anlaß der von der Kgl. Akademie der Künste soeben eröffneten Ausstellung von Werken französischer Kunst des 18. Jahrhunderts die großen Verdienste Friedrichs des Groszen um die Wiederbelebung der Akademie hervorhob. Ferner erneuerte er die säkularen Erinnerungen an die Anerkennung des Institutes von Seiten Friedrichs I. durch das Statut vom 3. Juni 1710 und die Reorganisation der Akademie durch Friedrich Wilhelm III. vor hundert Jahren.

Darauf hielt Hr. Harnack die wissenschaftliche Festrede:

Der Herr Sekretar hat in seinen einleitenden Worten daran erinnert, daß die Akademie in diesem Jahre ein doppeltes Jubiläum feiert: vor zweihundert Jahren erhielt sie ihre Statuten und wurde nun erst wirklich in Aktivität gesetzt, und vor hundert Jahren wurde sie im Zusammenhang mit der Neugründung der Universität zu einer deutschen Akademie umgeschaffen und empfing die Organisation und die Aufgaben, in denen wir noch heute stehen. Es möge mir gestattet sein, uns beide Ereignisse näher zu rücken. Aber Sie werden, was das erste betrifft, gewiß nicht wünschen, daß ich von dem alten Statut erzähle; denn dieses kann, wie jedes Gesetzbuch, ein lebhafteres Interesse nur bei solchen beanspruchen, die es angeht. In demselben Jahre 1710 aber, in welchem das Statut erlassen worden ist, hat sich auch unsre Akademie zum ersten Male der wissenschaftlichen Welt bekannt gemacht, d. h. sie hat den ersten Jahresband ihrer Arbeiten heraus-

gegeben. Damit trat sie erst wirklich in die Erscheinung, und dieser Band der »Miscellanea Berolinensia ad incrementum scientiarum« verdient alle Beachtung; denn er, nicht das Statut, ist ihre wahre Geburtsurkunde.

Wie nach der Legende Abraham in das Land der Verheißung gegangen ist, einer inneren Weisung folgend und in der sicheren Überzeugung, hier müsse er Fuß fassen, so zog es Leibniz in den Staat des Großen Kurfürsten. Sein politischer Seherblick, der sich in bezug auf Frankreich, den Suezkanal, Rußland und die Bedeutung des Stillen Ozeans in gleicher Weise bewährt hat, erblickte in dem Mittelstaat Brandenburg-Preußen den führenden deutschen Staat der Zukunft; hier müsse daher auch der neuen Wissenschaft eine Stätte bereitet werden, ja, hier solle sie den Mittelpunkt erhalten, der wie ein Magnet alle im nördlichen Deutschland vorhandenen Kräfte an sich zöge und in dem Weltsystem der Akademien, das Leibniz vorschwebte, eine wichtige Stelle einnehme. Seiner Sache gewiß und mit jenem Mut, der den Widerstand der stumpfen Welt besiegt, setzte Leibniz sein Vorhaben durch. Fehlten auch politische Nebenabsichten nicht — die Wissenschaft und die durch Wissenschaft zu befördernde Wohlfahrt des ganzen Menschengeschlechts waren ihm die eigentlichen Leitsterne. Er trug sie in der Brust, und sie leuchteten ihm vor; er wagte ein hohes Spiel, und er gewann es: eine Sozietät der Wissenschaften mit den mannigfaltigsten und höchsten Aufgaben, die je einer Akademie auf einmal gestellt worden sind, wurde hier, nicht weit von der damaligen Grenze der zivilisierten Welt, gegründet.

Man hat von Luther gesagt: »Er war die Reformation«; in dem gleichen Sinn kann man von Leibniz sagen: »Er war die Akademie, er war die Wissenschaft in Berlin.« Was er hier als »Kollegen« sammelte und in der Sozietät neben sich stellte, war, von wenigen Männern zweiten Ranges abgesehen, ohne jede Bedeutung. Zehn volle Jahre hat er nach der Gründung der Sozietät gearbeitet, um sie wissenschaftlich überhaupt mobil zu machen, zehn volle Jahre, um den ersten Band der Miscellanea Berolinensia diesem Sandboden abzugewinnen. Und nicht nur mit dem Unverstand und der Trägheit hatte er es dabei zu tun — fast jede dieser Nullen leistete bald einen bösen Widerstand und, vor allem, jede hatte eine Stimme! Bald sah er sich einer Koalition kleinsinniger Feinde gegenübergestellt, und da ihn auch der Hof mehr und mehr fallen ließ, da ferner niemand begreifen wollte, warum er sich nicht nunmehr als saturierter Geheimrat mit seiner Wirksamkeit auf Berlin beschränke, wurde seine Stellung tief erschüttert. Aber bevor sich das Band langsam und doch so schmerzlich löste, das ihn mit seiner Schöpfung verband, hat er noch im

Jahre 1710 den ersten Band der Publikationen der Sozietät fertiggestellt und sie dadurch erst ins Leben gerufen.

Dieser Band ist in jedem Sinn als sein Werk zu betrachten. Zunächst ist die inhaltsreiche und glänzende Widmung an den König von ihm niedergeschrieben; sie gibt Rechenschaft darüber, an welchem Punkte die Wissenschaften heute stehen. Hier finden sich die stolzen Worte: »Communis hominum thesaurus situs est in magnis Veritatibus, quibus tanquam magicis carminibus Natura paret.« In den KEPLER-NEWTONschen Gesetzen, in der neuen Naturwissenschaft, erfüllten sich die Träume des Astrologen und Alchimisten: »Naturae sacerdotes in ipsa Divinae Sapientiae arcana admittuntur.« Dann folgen nicht weniger als 58 Abhandlungen. Sie sind von sehr ungleichem Wert, aber LEIBNIZ hatte dafür gesorgt, daß keine den Boden der neugewonnenen Wissenschaft verleugnete. Als Ganzes konnte sich dieser erste Band, obgleich LEIBNIZ nicht ganz zufrieden war, neben jedem Band der älteren europäischen Akademien sehen lassen; ja, er übertraf sie alle — nicht durch die Feinheit der Darstellung und den Glanz der Rede, wohl aber durch die große Mannigfaltigkeit des Inhalts, durch strenge wissenschaftliche Sachlichkeit, die jede Phrase vermied, und durch das Absehen von allen gelehrten Quisquilien, wie die Universitäten sie damals liebten. Den Anfang macht eine Abhandlung mit dem Titel: »Kurzgefaßte Erwägungen über die Ursprünge der Völker, hauptsächlich auf Grund sprachlicher Beobachtungen.« Sie beginnt mit den Worten: »Die Anfänge der Völker liegen hinter aller Geschichte, aber ihre Sprachen ersetzen den Mangel alter Denkmäler. Die ältesten Spuren der Sprachen sind in den Namen der Flüsse und Wälder erhalten, welche bei allem Wechsel der Anwohner sehr häufig konstant geblieben sind. Ihnen folgen an Bedeutung die Ortsnamen; je älter, um so schwieriger ist hier freilich die Etymologie. Endlich führen uns auch die alten Rufnamen, wie sie sich z. B. bei den Friesen erhalten haben, in das Heiligtum der alten Sprache.« Der Gelehrte, der vor nun zwei Jahrhunderten diese Worte niedergeschrieben hat, zeigt in ihnen die Klaue des Löwen! Mit sicherem Blick erschaut er nicht nur eine neue Provinz der Wissenschaft, nein, ein ganzes Reich! Mit Hilfe der Sprache verheißt er in dasselbe vorzudringen! Wer ist dieser Seher, der sich nun sofort selbst anschickt, Streifzüge in das geschaute unbekannte Land zu unternehmen? Natürlich ist es LEIBNIZ, wer anders? Die Streifzüge selbst bieten freilich nur noch historisches Interesse; sie konnten noch nicht Erfolg haben. Aber die Aufstellung des Problems ist das Geniale und Wertvolle. Unvergessen soll es bleiben, daß die erste wissenschaftliche Abhandlung, die die Akademie hat ausgehen lassen, von dem Plane berichtet, mit Hilfe der Sprache in

die Urgeschichte der Völker einzudringen! Die Entdeckung und richtige Formulierung einer großen Aufgabe ist bereits mehr als der halbe Weg zu ihrer Lösung!

Noch elf weitere Abhandlungen hat Leibniz diesem Band einverleibt; sie finden sich verstreut in allen drei Hauptabteilungen, der literarischen, der physikalisch-medizinischen und der mathematisch-mechanischen, so daß der Sekretar der Pariser Akademie mit Recht sagen durfte, Leibniz erscheine hier unter beinahe allen seinen verschiedenen Gestalten, als Historiker, Antiquar, Etymolog, Physiker und Mathematiker. Da ist eine Abhandlung zur jüngsten Geschichte der Kunst des Goldmachens; ihr Titel könnte auch lauten: Vom Sterbelager der Alchimie; denn sie beginnt mit den Worten: »Inter mortuas Alchymistarum spes.« Da ist ein Essay über ein chinesisches Brettspiel, das auf 324 Feldern gespielt wird. »Schon oft habe ich bemerkt,« so führt Leibniz diese Studie ein, »daß die Menschen nirgendwo geistreicher sind als bei den Spielen; daher verdienen die Spiele die Aufmerksamkeit der Mathematiker — nicht an sich, sondern der Erfindungskunst und der Wahrscheinlichkeitsrechnung wegen.« Daß bei dem hier von ihm beschriebenen Brettspiel keine Steine gemordet, d. h. weggenommen, werden, veranlaßt ihn zu der hübschen Bemerkung: »Ich glaube, ein Brahmine muß der Erfinder gewesen sein, der, allen Mord verabscheuend, unblutige Siege wünschte; denn es ist bekannt, daß nicht wenige ostindische Völker, darin christlicher als die, die sich Christen nennen, selbst im Kriege das Töten vermeiden.«

Es folgt eine Abhandlung über die Entdeckungsgeschichte des Phosphors mit scharfer Kritik der landläufigen Meinung darüber. Daran reiht sich eine Studie über Versteinerungen; er teilt dabei mit, daß er schon vor vielen Jahren eine bisher nicht veröffentlichte Dissertation geschrieben habe: »Über die Spuren der ältesten Geschichte in den Monumenten der Natur.« Wie die Sprache die älteste Völkergeschichte aufdecken soll, so die Versteinerungen die älteste Naturgeschichte. Wieder eine Einsicht ersten Ranges! »Ich glaube,« fügt er hinzu, »daß die meisten Versteinerungen älter sind als die noachische Sintflut, daß die meisten alten Tiere Wassertiere und Amphibien waren und daß sie sich beim allmählichen Verschwinden des Wassers in einer langen Zeitperiode zu Landtieren umgewandelt haben.«

Spricht Leibniz hier in der Wissenschaft zu uns wie ein Zeitgenosse, so zeigt er in der folgenden Abhandlung, die das heute aktuellste Thema berührt, deutlich die Schranken seiner Epoche. Der Jesuit Franz Lana, in der Geschichte der Luftschiffahrt wohl bekannt, hatte den Vorschlag gemacht, einen hohlen kupfernen Ballon von

16 Fuß Durchmesser zu konstruieren, derselbe werde, luftleer gemacht, von selbst aufsteigen. LEIBNIZ zeigt demgegenüber, daß die kupferne Hülle eines solchen Ballons nicht stärker als 1/8 mm sein dürfe, also sei der Ballon nicht konstruierbar und würde den hohen Druck nicht aushalten. Dann aber fährt er fort: »Gott hat hier den Versuchen der Menschen eine Fessel angelegt, und zwar mit Recht, um die schlimme Absicht solcher, die die Luft befahren wollen, zu zügeln« (»ne hominum ἀεροβατούντων malitia coërceri non posset«). An diesem Punkte nahm also auch noch ein LEIBNIZ an dem mittelalterlichen Vorurteil teil, das Eindringen in die Natur sei eine titanenhafte Verwegenheit; er hatte also seinen triumphierenden Satz vergessen: »Naturae sacerdotes in ipsa Divinae Sapientiae arcana admittuntur!« Ob hier nicht selbst bei einem LEIBNIZ unbewußt das Vorurteil nachwirkt, der Sitz Gottes sei im Himmel über uns? Um so erfrischender mutet seine Abhandlung über das Nordlicht an. Er stellt zusammen, was die Menschen alles als Nordlicht gesehen haben wollen, ganze Schlachtreihen, Fußvolk und Reiterei, Kanonen und Kugeln. »Wunderbar, daß sie nicht auch vom Schmettern der Trompeten und vom Geräusch der Waffen berichtet haben! das wäre nicht unglaublicher! Durchaus wahrscheinlich ist, fährt er fort, daß, wenn auch nicht alles, so doch das meiste, was in Chroniken ähnlich erzählt wird, denselben Ursprung hat und daher gleich unzuverlässig ist.« Hier spricht der Führer einer gesunden Aufklärung.

Ich muß es mir versagen, auf die übrigen Abhandlungen LEIBNIZENS und auf den sonstigen Inhalt dieses ersten Bandes unserer Akademieschriften einzugehen. Nur das sei des besonderen Interesses wegen noch bemerkt, daß sich in ihm eine treffliche Abhandlung zur römischen Mark-Aurel-Säule nebst einer Abbildung findet, zu derselben Säule, zu deren Abformung der Kaiser vor einigen Jahren die Mittel huldvollst bewilligt hat.

Der Band wurde von der gelehrten Welt mit vieler Anerkennung aufgenommen: aber er verführte zu der Vorstellung von der Akademie, als wäre sie an sich schon etwas. Aber sie glich damals einem Geschäfte, dessen Waren sämtlich im Schaufenster liegen. Nachdem man diese verkauft hatte und der Prinzipal verdrängt war, blieb fast nichts mehr übrig. Erst nach einem Menschenalter durch FRIEDRICH DEN GROSZEN wurde die Akademie umgebildet und kam nun erst zu wirklicher Blüte.

Aber auch die Gestalt, die sie nun empfing, konnte trotz alles gerechten Ruhms, den sie Jahrzehnte hindurch erntete, nicht die definitive sein. Eine französische Akademie auf deutschem Boden, eine Akademie, die weder vom Geiste KANTS noch HERDERS noch GOETHES

berührt war, war am Anfang des 19. Jahrhunderts ein peinlicher Anachronismus. Viele berufene und unberufene Geister waren damals tätig, der Akademie zu einem neuen Dasein zu verhelfen; aber nur einer hatte nicht nur die nötigen tiefen und weitblickenden Gedanken und den treffenden Blick, sondern auch die schaffende Energie, das war Wilhelm von Humboldt. Indem er, genau vor hundert Jahren, durch seine Denkschriften und die entsprechenden Aktionen die Universität Berlin ins Leben rief, stellte er damit auch die Akademie auf eine neue und dauernde Grundlage. Ihre eigentliche Reorganisation erfolgte zwei Jahre später durch Uhden, Niebuhr und Nicolovius. Aber das Statut, das die beiden ersten entworfen haben, fußt auf dem neuen Zustande, der durch Humboldt in der Begründung und in der Besetzung der Universität geschaffen war. Die Grundüberzeugungen des deutschen Idealismus sind in die Fundamente dieser unserer Akademie ebenso wie in die der Universität eingesenkt, und seine Ziele gaben ihr die Richtung ihrer Entwicklung.

Schon am heutigen Tage grüßen wir die jüngere und mächtigere Schwester, die sich anschickt, ihr hundertjähriges Jubiläum zu feiern. Wir widerstehen der reizvollen Versuchung, auf ihre Entstehungsgeschichte einzugehen. Bekennen müssen wir aber: die Universität ist nicht aus der Akademie entstanden, sondern die Universität, d. h. der Universitätsgedanke im Sinne Humboldts und seiner Freunde, ist umgekehrt der kräftigste Faktor bei der Reorganisation der Akademie gewesen. Die junge Universität, kaum geboren, ja noch ungeboren, hat bereits — so gewaltig vermag ein richtiger Gedanke zu wirken — Taten getan! Erst wenn dies konstatiert ist, dürfen wir hinzufügen, daß auch einzelne Akademiker an dem großen Umschwung der Dinge beteiligt waren und sich um Humboldt und seine Denkschriften scharten.

In diesen Denkschriften spricht zum erstenmal zu uns ein großer Gelehrter der neuen Schule, der zugleich ein Staatsmann im höchsten Sinn war. Der Geschichtschreiber der Universität, Hr. Lenz, wird sie gebührend würdigen. Aber wie sie heute vor hundert Jahren die Köpfe der Besten erfüllten und ihre Herzen entflammten und wie sie sich auch auf die Akademie beziehen, so möge es gestattet sein, zur Feier ihres Jubiläums einiges aus ihnen hervorzuheben.

Die höheren wissenschaftlichen Anstalten — so setzt Humboldt ein —, sofern sie der reinen Idee der Wissenschaft gegenüberstehen, bedürfen vor allem Einsamkeit und Freiheit; ihre innere Organisation aber muß ein ununterbrochenes, sich immer selbst wieder belebendes Zusammenwirken hervorbringen und unterhalten. Einsamkeit brauchen sie; »denn sobald man aufhört, eigentlich Wissenschaft zu

suchen, oder sich einbildet, sie brauche nicht aus der Tiefe des Geistes heraus geschaffen, sondern könne durch Sammeln extensiv aneinandergereiht werden, so ist alles unwiederbringlich und auf ewig verloren; verloren für die Wissenschaft, die, wenn dies lange fortgesetzt wird, dergestalt entflieht, daß sie selbst die Sprache wie eine leere Hülse zurückläßt, und verloren für den Staat; denn nur die Wissenschaft, die aus dem Innern stammt und ins Innere gepflanzt werden kann, bildet auch den Charakter um, und dem Staat ist es ebensowenig wie der Menschheit um Wissen und Reden, sondern um Charakter und Handeln zu tun.... Natürlich werden auch viele an den höheren wissenschaftlichen Anstalten tätig sein können, denen das höhere Streben fremd, einige, denen es zuwider ist. In reiner voller Kraft kann es überhaupt nur in wenigen sein, und es braucht nur selten und nur hier und da wahrhaft hervorzutreten, um weit umher und lange nachher zu wirken. Was aber schlechterdings immer herrschend sein muß, ist Achtung für dasselbe bei denen, die es ahnen, und Scheu bei denen, die es zerstören möchten«.

Vermag irgend jemand hochgemuteter und zugleich besonnener über die tiefste Frage des wissenschaftlichen Betriebes zu reden als dieser preußische Ministerialdirektor? Was aber seiner Rede hier und anderswo den hohen Schwung gab, das war sein wahrhaft priesterliches Bewußtsein von der Würde, Kraft und Bedeutung der Wahrheitserkenntnis. So ernst nahm er es mit ihr wie mit der heiligsten Religion; und weil der kleine Kreis, dem er als Führer angehörte, ebenso von der Wissenschaft dachte, darum wurde das Wirken dieser Männer ungesucht ein reformatorisches. Die Staatsmänner, die es mit der äußeren Pflege der Wissenschaft zu tun haben, sind fort und fort in Gefahr, daß ihnen auch das Innere zum Äußern wird und damit entflieht: ja, es hat Staatsmänner gegeben, die sich auf diesen »Realismus« der Betrachtung als auf das letzte Wort in dieser Sache noch etwas zugute getan haben. In der Tat — es kann geraume Zeit so scheinen, als seien sie wirklich die Klügeren; allein in Wahrheit leben sie und die Gelehrten, die wie sie denken, ohne es zu wissen, von einem aufgespeicherten Kapital, und wenn es zu Ende ist, ist plötzlich der Bankrott da. HUMBOLDT und seine Freunde haben das Kapital vermehrt, ja, zum Teil erst begründet, und, wie die Folgezeit lehrte, war ihr Idealismus der wahre Realismus; denn die stärkste reale Kraft hier ist die, welche fähig ist, die Köpfe und Herzen zum reinen Dienst der Wahrheit zu entflammen. Das Wort: »Trachtet am ersten nach dem Reiche Gottes, so wird euch alles übrige zufallen«, gilt nicht nur a u c h von dem Dienst der Wahrheit, sondern dieser ist als das Hauptstück in jenem Trachten miteingeschlossen.

Was aber die Freiheit der Wirksamkeit der Gelehrten betrifft, so hat nach HUMBOLDT der Staat für sie in seinem eigenen Interesse ebenso zu sorgen wie für den Reichtum, die Stärke und Mannigfaltigkeit der geistigen Kräfte. »Er muß im allgemeinen von den höheren Anstalten nichts fordern, was sich unmittelbar und geradezu auf ihn bezieht, sondern er soll die innere Überzeugung hegen, daß, wenn sie ihren Endzweck erreichen, sie auch seine Zwecke, und zwar von einem viel höheren Gesichtspunkte aus, erfüllen, von einem, von dem aus ganz andere Kräfte und Hebel angebracht werden können, als er in Bewegung zu setzen vermag.« Wie wenig aber HUMBOLDT anderseits geneigt war, in bezug auf die Gefährdung der Freiheit nur in eine Richtung zu blicken, lehren die ernsten Worte: »Der Freiheit droht nicht bloß Gefahr vom Staat, sondern auch von den Anstalten selbst, die, sobald sie beginnen, einen gewissen Geist annehmen und gern das Aufkommen eines anderen ersticken. Auch den hieraus möglicherweise entstammenden Nachteilen muß der Staat vorbeugen.«

Es folgt nun in der Denkschrift jener Abschnitt, in welchem HUMBOLDT den Unterschied von Akademie und Universität aus dem Wesen der wissenschaftlichen Aufgabe ableitet und trotz durchschimmernder Bedenken, die den bisherigen Leistungen der europäischen Akademien entstammen, zu einer vollen Rechtfertigung der Existenz auch der Akademien gelangt. Freilich nur in der Symbiose mit einer Universität kann sich eine Akademie frisch und gesund erhalten — das ist seine Meinung, und er hat für Deutschland gewiß recht.

In seinen Ausführungen steckt aber noch ein Element, welches bisher die Beachtung nicht gefunden hat, die es verdient. HUMBOLDT redet in seinen Denkschriften nicht nur von Akademien und Universitäten, sondern er verlangt für die höheren wissenschaftlichen Anstalten noch eine dritte Einrichtung, welche er »die wissenschaftlichen Hilfsinstitute« nennt. Er versteht unter diesen die Bibliothek — als das wissenschaftliche Zentralinstitut bezeichnet er sie —, die Sternwarte, den botanischen Garten, das chemische Laboratorium und das anatomische und zootomische Theater. Von diesen Instituten sagt er, sie müßten abgesondert zwischen Universität und Akademie, unmittelbar unter Aufsicht des Staates stehen. »Allein beide, Akademie und Universität, müssen nicht bloß — nur unter gewissen Modifikationen — die Benutzung, sondern auch die Kontrolle darüber haben.« »Akademie, Universität und Hilfsinstitute sind«, so faßt er zusammen, »drei gleich unabhängige und integrierende Teile der (wissenschaftlichen) Gesamtanstalt.«

Was er bei dieser Dreiteilung der »Gesamtanstalt« im Auge hat, wird noch deutlicher, wenn man beachtet, daß er bei dem anatomischen

und dem zootomischen Theater bemerkt, »sie seien bisher von dem beschränkten Gesichtspunkte der Medizin und nicht von dem weiteren der Naturwissenschaft aus angesehen werden«. Ihm schweben also Institute mit streng wissenschaftlichen Zwecken vor. Er will diese aber weder der Universität einfach eingliedern, weil sie dadurch dem praktischen und Lehrinteresse zu stark unterworfen werden, noch will er sie einfach der Akademie unterordnen, weil dann der Lehrzweck ganz wegfällt. So ergibt sich ihm von selbst die Nötigung, die »Hilfsinstitute« unabhängig und selbständig zu stellen, sie aber in eine gewisse Beziehung zu Akademie und Universität zu setzen. Eine geniale und weitblickende Einsicht des großen Staatsmannes! Hat er nicht recht, wenn er eine Beeinträchtigung des Betriebs der Naturwissenschaften auf den Universitäten durch die Medizin befürchtet hat? Und sind die Hilfsinstitute so ausgebaut worden, wie die fortschreitenden Bedürfnisse der Wissenschaft dies verlangen?

Von HUMBOLDTS Plänen darf man aber nicht reden, ohne noch eine andere Seite derselben hervorzuheben. Die Beschaffung der Geldmittel für die neue Gesamtanstalt war in der Lage, in der sich der Staat im Jahre 1809/10 befand, von besonderer Schwierigkeit, und HUMBOLDT entzog sich der Verpflichtung nicht, sie aufs gründlichste zu erwägen. Einhundertundfünfzigtausend Taler schienen ihm nötig. In der Eingabe an den König vom 24. Juli 1809 heißt es: »Die Sektion des öffentlichen Unterrichts ist weit entfernt, Ew. Königl. Majestät zu bitten, eine solche Summe auf die königlichen Kassen anzuweisen. Es wird vielmehr immer für dieselbe ein Hauptgrundsatz bei der Verwaltung sein, sich zu bemühen, es nach und nach (weil es auf einmal freilich unmöglich ist) dahin zu bringen, daß das gesamte Schul- und Erziehungswesen nicht mehr Ew. Königl. Majestät Kassen zur Last falle, sondern sich durch eigenes Vermögen und durch die Beiträge der Nation erhalte .... Die Nation nimmt mehr Anteil an dem Schulwesen, wenn es auch in pekuniärer Hinsicht ihr Werk und ihr Eigentum ist, und wird selbst aufgeklärter und gesitteter, wenn sie zur Begründung der Aufklärung und Sittlichkeit in der heranwachsenden Generation tätig mitwirkt.«

Hier haben wir etwas von dem Geist des Freiherrn VON STEIN auf dem Gebiete der Unterrichtsverwaltung. Das Schulwesen, einschließlich des höheren, soll auch in pekuniärer Hinsicht Werk und Eigentum der Nation sein. Wie HUMBOLDT das erreichen will, erscheint freilich noch ungenügend, und ich gehe nicht näher darauf ein; aber der Gedanke selbst ist ein großer und schöpferischer. Nur das, wofür einer Opfer bringt, was er aber dann auch selbst mitgestaltet, ist ihm wirklich wertvoll! Diese einfache Wahrheit verhüllt sich im

Getriebe des Tages, und gewiß sind die Menschen oft am hartnäckigsten und wiederspenstigsten, wenn sie Opfer bringen sollen. Aber wo es gelingt, diesen natürlichen Widerstand zu überwinden, wird der Mensch, wird die Nation durch ihr Opfer auf eine höhere Stufe gehoben und erhält selbst einen höheren Wert. Die Wissenschaft ist würdig, in derselben Weise als Sache der ganzen Nation betrachtet und behandelt zu werden wie die Wehrkraft, und es müssen alle Kräfte, auch die materiellen, angespannt werden, um sie zu fördern. Sind aber die Wünsche Humboldts schon dadurch wirklich erfüllt, daß heute nicht mehr wie vor hundert Jahren der König allein Gelder für wissenschaftliche Zwecke besitzt und spendet, sondern diese aus den Staats- und Kommunalsteuern dem Unterricht und der Wissenschaft zufließen? Ich glaube nicht, daß damit alles geschehen ist, was der große Staatsmann unter »Beiträgen der Nation« und unter ihrer »tätigen Mitwirkung« verstanden hat. Das Beste aber, was wir von Humboldt lernen können, ist, daß er bei seiner Neuordnung des höheren Unterrichts sich nicht vom Augenblick treiben ließ, sondern aus Überzeugungen und Prinzipien heraus handelte. Diese Prinzipien lagen nicht hinter ihm, sondern vor ihm. Sie waren Ziele, und es waren nicht Gesichtspunkte gemeiner oder höherer Nützlichkeit, die ihn leiteten — bei ihnen kann man sich leicht irren —, sondern sie flossen aus der Wertschätzung der Wahrheitserkenntnis, wo jeder Irrtum ausgeschlossen ist. Auch wollte er nicht in möglichst engem Bunde mit der Vergangenheit bleiben, sondern der Zukunft gerecht werden, als deren Bürger er sich wußte und in die er die Nation hinüberführen wollte.

Das sind einige der Ideen, die vor hundert Jahren durch Wilhelm von Humboldt lebendig geworden sind. Ist es aber nicht ein Mangel an Rücksicht, ihrer am Friedrichs-Tage zu gedenken? Stehen sie nicht in einem großen Abstand von den Ideen, welche die Zeit Friedrichs und vor allem ihn selbst erfüllten? Gewiß — der Abstand ist nicht gering. Der genialische, der deutsche Zug, der Zug ursprünglicher und lebendiger Anschauung und der hohe Flug der Ideen fehlte dem Zeitalter der Aufklärung. Aber es wäre doch kurzsichtig, dieses Zeitalter und das des deutschen Idealismus lediglich als Kontraste zu sehen. So urteilen freilich die Epigonen des Idealismus, und auch die Führer haben im heißen Kampfe mit der alten Zeit manches rein abweisende Wort gesprochen. Allein wenn sie sich auf sich selber besannen und auf die Quellen ihres höheren Daseins, haben sie die Aufklärungszeit als die Voraussetzung ihres geistigen Besitzes nicht verleugnet. Das gilt von Humboldt ebenso wie von Schleiermacher und Hegel. Von Humboldt habe ich soeben die Worte verlesen: »Die Nation wird selbst aufgeklärter und gesitteter, wenn

sie zur Begründung der Aufklärung und Sittlichkeit in der heranwachsenden Generation tätig mitwirkt.« »Aufklärung und Sittlichkeit« — das sind die Stichworte der alten Zeit, und es waren die Ideale des Großen Königs. Aber auch der progressive Zug ist beiden Richtungen gemeinsam. Indem Humboldt sich zu jenen Stichworten bekennt und diesen progressiven Zug bejaht, bejaht er seinen Zusammenhang mit den Zielen der vergangenen Epoche, wie er denn auch seinem Lehrer Engel, einem Haupte der Aufklärung, stets das dankbarste Andenken bewahrt hat. Freilich verstand er unter Aufklärung und Sittlichkeit nicht dasselbe wie sein Lehrer und wie der große König; aber eine Kontinuität ist doch vorhanden. Es wäre eine unsrer Akademie würdige Sache, eine Preisaufgabe auszuschreiben und jene Kontinuität genauer untersuchen zu lassen: »Welche Momente verbinden den Geist des deutschen philosophischen Idealismus mit der Aufklärungsepoche?« So müßte die Aufgabe lauten. Dabei wird sich herausstellen, in welchem Maße die Aufklärung, wie sie Friedrich der Grosze und die Rationalisten verstanden, ein positives und wirksames Element in der klassischen Zeit des deutschen Idealismus geblieben ist. Wir preisen die Generation, welche die Freiheitskriege gekämpft hat, und die Männer, die zu diesem Kampfe begeistert haben; aber, durch eine einseitige geschichtliche Tradition geleitet, vergessen wir nur zu leicht, daß jene Helden aus den Schulen, Kirchen und Pfarrhäusern der Aufklärungszeit hervorgegangen sind. Die Besiegten von Jena wurden, wenn auch erst nach einer Läuterung, die Sieger von Leipzig, und an diesem Siege hat auch der Geist der friderizianischen Epoche seinen Anteil! —

Von Friedrich dem Groszen und Humboldt kehrt unsre Betrachtung zum Geburtstag unseres Herrn und Kaisers zurück. Die Gegenwart behauptet ihr überragendes Recht gegenüber aller Vergangenheit und fordert, daß wir diese studieren, um zu lernen, was der Gegenwart frommt. Aber die Nutzanwendung der Blätter, die wir heute aufgeschlagen haben, mag jeder für sich vollziehen. Heute ist Festtag, der Festtag unseres Kaisers, und nachdem wir hier in akademischer Weise der Bedeutung des Tages Ausdruck gegeben haben, streifen wir alles Besondere ab, treten im Geiste mit dem ganzen deutschen Volke zusammen, bringen dem erhabenen Monarchen unsre dankbare Huldigung dar und fassen unsre Wünsche also zusammen: Möge die ganze Nation allezeit fest und treu zu ihrem Haupte stehen, möge ein reger Gemeinsinn alle ihre Stände und Glieder durchdringen und möge der einzelne stets den Spielraum finden und die Verpflichtung fühlen, in edler Freiheit und Selbstverantwortung seine Kräfte zu betätigen! Gott schütze den Kaiser und König!

Alsdann wurden die Jahresberichte über die von der Akademie geleiteten wissenschaftlichen Unternehmungen sowie über die ihr angegliederten Stiftungen und Institute vorgelegt.

Sammlung der griechischen Inschriften.

Bericht des Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff.

Erschienen sind zwei Hefte, XII 5, zweite Hälfte, die mit Rücksicht auf belgische Ausgrabungen auf der Insel Tenos zurückgehalten war, nun aber mit den Nachträgen und Indices die Inschriften der Kykladen abschließt, bearbeitet durch Freiherrn Hiller von Gaertringen, und XII 8, die Inschriften des Thrakischen Meeres, bearbeitet durch Hrn. Fredrich.

Von V 1 hat das Manuskript dem Leiter des Unternehmens vorgelegen, damit die nötige Gleichmäßigkeit der Bearbeitung rechtzeitig herbeigeführt und auch sonst Vorkehrungen getroffen werden, um die Druckkosten zu vermindern. Der Gesundheitszustand des Bearbeiters Hrn. Kolbe gestattet leider nicht, den Abschluß so rasch zu erreichen, wie gehofft war: mittlerweile wächst das Material andauernd durch die Ausgrabungen der British School of Athens. Wir sind den englischen Gelehrten, die in Sparta tätig waren und sind, für die zuvorkommende Mitteilung ihrer Funde zu lebhaftem Danke verpflichtet.

Auch Hr. Ziebarth hat eine Probe seiner Bearbeitung der Inschriften von Euboia dem Leiter der Unternehmung vorgelegt. Das Werk schreitet rüstig vorwärts, da die Oberschulbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg ihm wie früher Urlaub zu seiner Reise, so jetzt eine Erleichterung in seiner amtlichen Tätigkeit gewährt hat, wofür zu danken uns eine besonders gern erfüllte Pflicht ist.

Die angekündigte Reise des Hrn. Perdrizet nach Makedonien hat wegen der unsicheren Zustände des Landes im vorigen Jahre unterbleiben müssen; hoffentlich kann sie in diesem ausgeführt werden.

Die Tätigkeit am Archiv hat sich vornehmlich auf die Sammlung von Nachträgen zu IX 1 und XIV erstreckt. Bereichert ist es durch Korrespondenzen von A. Böckh, die Hrn. Landrichter Böckh in Halensee und Hrn. Professor M. Hoffmann in Lübeck verdankt werden.

Unerwartet starke Vermehrung finden die Inschriften Thessaliens durch neue Entdeckungen, für deren gefällige Mitteilung wir dem Königlich Griechischen Ephoros in Volo, Hrn. Arvanitopullos und unserm bewährten Freunde und Gönner Hrn. Giannopulos in Halmyros zu Danke verpflichtet sind.

Eine Erweiterung hat das ganze Unternehmen erfahren, indem die Akademie mit der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissen-

schaften vereinbart hat, gemeinsam die Inschriften von Kypros, sowohl die in der epichorischen Silbenschrift als auch die in gewöhnlichem Alphabet geschriebenen zu sammeln. Erscheinen werden sie als integrierender Teil der Inscriptiones Graecae, also auch nach denselben Prinzipien bearbeitet; das gesammelte Material wird dann unserm Archive einverleibt werden; die Bearbeitung aber liegt ganz in den Händen des Mitgliedes der Sächsischen Gesellschaft, Hrn. R. Meister, der bereits eine Reise nach London zur Sammlung des Materials unternommen hat.

Sammlung der lateinischen Inschriften.

Bericht des Hrn. Hirschfeld.

Einen schmerzlichen Verlust hat das Inschriftenwerk durch den am 6. März 1909 in Rom erfolgten Tod des ausgezeichneten Erforschers von Pompeji, August Mau, erlitten, der seit dem Jahre 1894 mit der Bearbeitung der nach dem Erscheinen des IV. Bandes (1871) in Pompeji gefundenen Wand- und Gefäßinschriften betraut war. Es ist ihm vergönnt gewesen, den stattlichen Supplementband, dessen Erscheinen bereits im letzten Bericht in nahe Aussicht gestellt war, unmittelbar vor seinem Tode abzuschließen.

Hr. Hülsen war an der Fortführung der Indexarbeit zu Band VI (Rom) durch eine Reise nach Amerika verhindert, wo er in Museen und Privatsammlungen eine Anzahl stadtrömischer Inschriften kopiert hat. Nach seiner Rückkehr hat er sich zu unserem aufrichtigen Bedauern entschlossen, gleichzeitig mit seiner Stellung am Kaiserlichen Archäologischen Institut die Herausgabe der stadtrömischen Inschriften niederzulegen, mit deren Bearbeitung er vor fast 30 Jahren von der Akademie betraut worden war. Der Abschluß der Arbeit ist Hrn. Bang übertragen worden, der bereits früher für diesen Band in Rom tätig war; derselbe hat die dafür gemachten Vorarbeiten von Hrn. Hülsen übernommen und hofft, bis zum Frühjahr die Arbeit in Rom so weit zu fördern, um nach seiner Rückkehr nach Deutschland mit der Drucklegung der letzten Nachträge und der Namenindizes beginnen zu können.

Hr. Bormann ist auf wiederholten Reisen in Etrurien für die Nachträge zum XI. Band (Mittelitalien) tätig gewesen und hat besonders die in Viterbo in den letzten Jahren gemachten Funde aufgenommen. Er hofft, in nächster Zeit mit dem Satz der ausgearbeiteten Nachträge zu Umbrien beginnen zu können.

Die Nachträge zu den gallischen Inschriften (XIII, 1) hat Hr. Hirschfeld noch nicht zum Druck bringen können. Für die germani-

schen Inschriften hat Hr. von Domaszewski, nach Abschluß des im vorigen Bericht erwähnten Supplements, die Auszüge zu den Indizes mit Unterstützung des Hrn. Finke in Heidelberg revidiert und fortgeführt; die neuen Funde sind von letzterem zusammengestellt worden. — Hr. Bohn hat die Bearbeitung des gallisch-germanischen Instrumentum in diesem Jahr nur wenig fördern können. — Die Sammlung der Ziegelstempel hat Hr. Steiner für Obergermanien auf mehreren Reisen in Süddeutschland, dem Elsaß und der Schweiz zum großen Teil vollendet und das Manuskript der niedergermanischen Ziegelinschriften abgeschlossen. — Für die Arbeit an den Indizes ist außer Hrn. Finke besonders Hr. Szlatolawek tätig gewesen.

Hr. Dressel hat die *tabulae lusoriae* für den XV. Band (Instrumentum der Stadt Rom) nahezu druckfertig ausgearbeitet.

Die Neubearbeitung des I. Bandes (Inschriften der Republik) hat Hr. Lommatzsch in München bis zum 68. Bogen gefördert.

Der von Hrn. Dessau gemeinsam mit Hrn. Cagnat bearbeitete Supplementband zu Band VIII (Afrika) ist bis Bogen 182 zum Druck gelangt. Für wertvolle Beiträge sind die Herausgeber auch in diesem Jahre Hrn. Merlin und desgleichen Hrn. Poinssot zu Dank verpflichtet.

Das im vorigen Bericht erwähnte Supplement zu Band XIV (Latium) hat Hr. Dessau in der Ephemeris epigraphica zu drucken begonnen; wertvolle Beiträge dazu hat, außer anderen italienischen und in Rom lebenden auswärtigen Gelehrten, besonders Hr. Vaglieri in Rom geliefert. — Für ein später in Angriff zu nehmendes Supplement zu Band II (Spanien) sind die Beziehungen zu spanischen Gelehrten aufrechterhalten worden; der Tod des Hrn. Berlanga, des Entdeckers der Stadtrechte von Salpensa und Malaca, bedeutet auch für unser Inschriftenwerk einen Verlust.

Prosopographie der römischen Kaiserzeit.

Bericht des Hrn. Hirschfeld.

Auch in diesem Jahr haben die HH. Dessau und Klebs mit dem Druck der Magistratslisten noch nicht beginnen können.

Index rei militaris imperii Romani.

Bericht des Hrn. Hirschfeld.

Hr. Ritterling war durch amtliche Verpflichtungen gezwungen, seine Tätigkeit auf Ergänzung des Materials zu beschränken.

Aristoteles-Kommentare.

Bericht des Hrn. Diels.

Mit der Ausgabe des Philoponus und des Anonymus in Analytica Posteriora, herausgegeben von Hrn. Prof. M. Wallies (XIII 3), ist das Kommentatorenwerk der Akademie zum Abschluß gekommen. Weitere Berichte werden daher nicht erscheinen.

Politische Korrespondenz Friedrichs des Großen.

Bericht der HH. von Schmoller und Koser.

Der 33. Band unserer Sammlung ist im Herbst v. J. ausgegeben worden. Er enthält 750 Nummern aus der Zeit vom 1. November 1772 bis zum 30. Juni 1773. Den Hauptinhalt bilden einmal die Verhandlungen wegen Ausführung des zwischen Preußen, Österreich und Rußland abgeschlossenen Vertrages zur Erwerbung polnischer Gebietsteile, insonderheit wegen der dazu nachgesuchten Zustimmung des polnischen Reichstags, wegen der endgültigen Feststellung der Grenze und wegen der preußischen Ansprüche auf den Hafen von Danzig, gegen welche die Stadt Unterstützung bei England und Rußland fand; weiter die Bemühungen König Friedrichs um Aufrechterhaltung des Friedens zwischen Rußland und Schweden, der durch Gustavs III. Eingriff in die im Frieden von Nystad unter russischen Schutz gestellte schwedische Staatsverfassung gefährdet wurde; endlich die Stellung Preußens zu den russisch-türkischen Friedensverhandlungen zu Bukarest, deren Ergebnislosigkeit zur Erhaltung des Friedens im Norden wesentlich beitrug.

Die Bearbeitung der Sammlung liegt fortdauernd in den Händen des Hrn. Dr. G. B. Volz.

Griechische Münzwerke.

Bericht des Hrn. Dressel.

Das nordgriechische Münzwerk. Seitdem Hr. Regling das Manuscript für die Fortsetzung der zweiten Hälfte des I. Bandes zum Druck gegeben hat ist der Satz bis zum 8. Bogen gediehen; 2 Bogen sind bereits abgezogen. Ausser den Nachträgen für den ganzen I. Band hat Hr. Regling in diesem Jahre auch die Excerpirung der neu erschienenen Litteratur für Band II (Thracien) und III (Macedonien) besorgt.

Für die erste Hälfte des II. Bandes (Thracien) hat Hr. Strack das Manuscript für den ersten Fascikel revidirt und durch Nachträge

aus den Neuerscheinungen ergänzt und wird es, nachdem die von Hrn. von Fritze bearbeiteten Kapitel über die chronologische Anordnung der Münzen von Abdera und Ainos veröffentlicht wurden, im Sommer zum Druck geben.

Für die zweite Hälfte desselben Bandes hat Hr. Münzer die Beschreibung der Münzen von Maroneia, Mesembria und Nikopolis am Mestos im Manuscript nahezu vollendet.

Das kleinasiatische Münzwerk. Hr. von Fritze berichtet, daß der Abschluß des Manuscripts für den ersten Fascikel des mysischen Bandes (die Beschreibung der Münzen von Adramytion bis Kisthene) in diesem Jahre mit Sicherheit zu erwarten ist.

Das Manuscript für den karischen Band hat Hr. Kubitschek leider auch im verflossenen Jahre nicht zum Abschluß bringen können.

Acta Borussica.

Bericht der HH. von Schmoller und Koser.

Nachdem im Jahre 1908 vier Bände ausgegeben worden waren, nämlich von der Behördenorganisation Band IX (1750—1753) von Dr. Hintze sowie Band IV, 1 und 2 (1723—1729) von Dr. Stoltze, von dem Münzwesen, münzgeschichtlicher Teil Band II (1740—1755) von Freiherrn Dr. von Schrötter, mußte zunächst eine kleine Pause in der Ausgabe weiterer Bände eintreten. Es liegen jetzt aber wieder zwei fertige Bände vor, beide der Behördenorganisation angehörig: Band X (vom Januar 1754 bis zum August 1756) von Dr. Hintze und Band V, 1 (vom Januar 1730 bis Dezember 1735) von Dr. Stoltze. Beide Bände werden in den nächsten Tagen ausgegeben werden. Dr. O. Hintze scheidet mit Abschluß dieses Bandes aus der Reihe unserer Mitarbeiter aus, deren ältestes und verdientestes Mitglied er war. Die philosophisch-historische Klasse hat ihn in Würdigung seiner großen Verdienste um unser Unternehmen zum Mitglied der akademischen Kommission für die Acta Borussica gewählt (21. Oktober). So werden seine großen Kenntnisse und Erfahrungen auf diesem Gebiete auch künftig der Publikation zugute kommen.

Über den weiteren Fortgang unserer Publikation ist folgendes zu berichten. Von dem Münzwesen, münzgeschichtlicher Teil Band III, Das Geld des Siebenjährigen Krieges und die Münzreform nach dem Frieden, 1755—1766 von Freiherrn Dr. von Schrötter, ist fast schon der ganze gedruckt, von der Abteilung, Getreidehandelspolitik und Kriegsmagazinverwaltung Band III, 1740—1756 von Dr. Skalweit sind 24 Bogen, von der Behördenorganisation V, 2 (1738—1740) von Dr. Stoltze sind 18 Bogen gedruckt. Wahrscheinlich werden auch diese

drei Bände (neben den oben genannten zweien) im Laufe des Jahres 1910 zur Ausgabe gelangen. Mit Band V, 2 und X der Behördenorganisation ist diese mit 13 Bänden in ihrer ersten Hälfte (1700—1756) vollendet. An der Fortsetzung von 1756 an arbeitet Dr. Hass emsig weiter.

Kant-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Dilthey.

Der Druck der Bände VIII, IX und XIV ist so weit vorgeschritten, daß sie bald erscheinen werden.

Die Leitung der Vorlesungsabteilung hat an Stelle des Hrn. Heinze Hr. Menzer übernommen.

Ibn Saad-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Sachau.

Während des verflossenen Jahres ist Band II, erste Abteilung: Über die kriegerischen Expeditionen Muhammeds, herausgegeben von Hrn. Prof. Dr. Josef Horovitz, Professor an der muhammedanischen Universität zu Aligarh in Ostindien, erschienen. Dem verdienten Herausgeber sei an dieser Stelle der Dank der Akademie ausgesprochen.

Für die Vollendung der Ausgabe des Textes sind noch drei weitere Bände erforderlich:

Band II, zweite Abteilung: Die letzten Zeiten Muhammeds, sein Tod und biographische Zusätze, herausgegeben von Hrn. Prof. Dr. Friedrich Schwally von der Universität Gießen. Der Druck des Textes ist vollendet, der ganze Band dürfte im Laufe des Jahres 1910 erscheinen.

Band I, zweite Abteilung: Muhammed in Medina, herausgegeben von Hrn. Prof. Dr. Eugen Mittwoch, Privatdozent an der Universität Berlin. Dieser Band ist in Vorbereitung.

Band VII. Biographien der berühmtesten Männer des ältesten Islams, welche zu Basra in Südbabylonien lebten, herausgegeben von Hrn. Prof. Dr. Bruno Meisner von der Universität Breslau. Von diesem Bande hat der Druck begonnen.

Wörterbuch der ägyptischen Sprache.

Bericht des Hrn. Erman.

Von dem im Jahre 1907 begonnenen ausführlichen Manuskripte wurden im Anfange des Berichtjahres 362 Seiten hergestellt, so daß im ganzen davon 1939 Seiten fertiggestellt wurden; diese behandeln 789 Worte. Es stellte sich aber im Laufe dieser Arbeit heraus, daß es

unmöglich sein werde, das Werk in der geplanten Ausführlichkeit in absehbarer Zeit zu Ende zu führen; dazu genügten weder die verfügbaren Mittel, noch die vorhandenen Arbeitskräfte. Die Kommission beschloß daher auf Grund einer Probearbeit, die die HH. Erman und Sethe gemacht hatten, das Manuskript fortan in einer kürzeren Form herzustellen, die das Werk etwa auf ein Drittel des bisherigen Umfanges reduzieren wird; auch so wird sich immer noch ein großes Wörterbuch ergeben, das den reichen Sprachschatz gesichtet vorführt und das für die weitaus meisten Zwecke genügen wird. Daneben wird das Zettelmaterial, im einzelnen geordnet, für eingehendere Studien zugänglich erhalten werden. Diese neue kürzere Form des Manuskriptes wurde im Zusammenhange bis einschließlich durchgeführt, darüber hinaus ist an verschiedenen Stellen beträchtlich vorgearbeitet worden. Hr. Erman wurde dabei von den HH. Burchardt und Grapow unterstützt.

Unser wissenschaftliches Material erhielt einen unschätzbaren Zuwachs durch die von Hrn. Prof. Schäfer geleitete nubische Expedition der Akademie. Durch die Arbeit des ersten Jahres wurden 37 Kisten mit Abklatschen und etwa 800 Photographien gewonnen, die den weitaus größten Teil der Inschriften von Philä umfassen. Auf der Heimreise konnte Hr. Dr. Junker dann noch im Tempel von Edfu die dortigen großen Inschriften (wie Horusmythus, Räucherwerkrezepte u. a.) photographieren, die wir aus Mangel verläßlicher Kopien bisher nicht für das Wörterbuch hatten verarbeiten können. — Hr. Dr. Röder übergab uns seine Abklatsche vom Tempel zu Betelwali und Hr. Dr. Rusch kopierte die Inschriften des kleinen Isistempels zu Assuan.

Verzettelt wurden 2154 Stellen, alphabetisiert 24318 Zettel; im ganzen sind bisher verzettelt 51034 Stellen und alphabetisiert 1096189 Zettel.

Im einzelnen wurden verzettelt: Religiöse Texte des m. R. (Hr. Grapow). — Tempel von Medinet Habu (Hr. Ranke). — Tempel griechischer Zeit: Edfu (die HH. Junker und Boylan); Theben (Hr. Sethe); Assuan (Hr. Rusch). — Verschiedene Denkmäler vom Sinai, aus Kairo, Rio de Janeiro u. a. (die HH. Burchardt, Gardiner, Grapow und Sethe).

Die Nebenarbeiten wurden von den HH. Burchardt, Grapow, Stolck und Frl. Morgenstern erledigt.

Das Tierreich.

Bericht von Hrn. F. E. Schulze.

Im Berichtsjahr konnte die 25. Lieferung herausgegeben werden, welche die Bearbeitung der Schmetterlingsfamilie der Brassoliden von Hrn. Stichel enthält. Die Drucklegung der ungewöhnlich um-

fangreichen, etwa 50 Bogen umfassenden und mit zahlreichen Abbildungen versehenen 24. Lieferung, in welcher die Gallwespen von den HH. Prof. von Dalla Torre und Kieffer behandelt werden, wurde so weit gefördert, daß die Herausgabe nahe bevorsteht.

Bei der Bearbeitung des »Nomenclator animalium generum et subgenerum« wurde auch weiterhin die Hilfe des Hrn. Dr. Obst in Anspruch genommen. Die Fortschritte, welche dieses große Unternehmen bisher gemacht hat, werden es ermöglichen, noch im Jahre 1910 mit dem Druck zu beginnen.

Das Pflanzenreich.

Bericht des Hrn. Engler.

Von dem Sammelwerk »Das Pflanzenreich« wurden im Laufe des Jahres 1909 3 Hefte mit einem Gesamtinhalt von 89 Bogen ausgegeben, da der Satz der umfangreichen Monographie der Caricoideen schon im Jahre 1908 weit gefördert worden war, nämlich:

Heft 38: G. Kükenthal, *Cyperaceae-Caricoideae.* 52 Bogen.
Heft 39: H. Walter, *Phytolaccaceae.* 10 Bogen.
Heft 40: Fr. Fedde, *Papaveraceae-Papaveroideae et Hypecoideae.* 27 Bogen.

Demnächst werden noch folgende von Dr. W. Wangerin bearbeitete Familien erscheinen:

Cornaceae, Nyssaceae, Alangiaceae, Garryaceae.

Im Druck befinden sich zur Zeit folgende Hefte:

1. H. Wolff, *Umbelliferae-Ammineae-Heteroclitae.*

Der Druck dieses Heftes wird bald abgeschlossen sein, es liegen bereits 7 Bogen gedruckt vor.

2. L. Diels, *Menispermaceae.*
   Fr. Kränzlin, *Orchidaceae-Dendrobiinae.*

Diese sehr umfangreiche und interessante Gruppe der Orchideen wird in 2 Teilen herausgegeben werden, von denen der erste Teil, der im Manuskript fertig vorliegt, im Laufe des Jahres 1910 erscheinen soll.

3. F. Pax, *Euphorbiaceae-Jatropheae.*

Ferner sind dem Abschlusse nahe folgende Bearbeitungen, deren Drucklegung im Jahre 1910 beginnen kann:

1. R. Knuth, *Geraniaceae.*
2. F. Pax, *Euphorbiaceae-Adrianeae.*
3. H. Wolff, *Umbelliferae-Saniculoideae.*
4. Warnstorf, *Sphagnales.*

Geschichte des Fixsternhimmels.

Während des Jahres 1909 sind die Arbeiten des Bureaus unter unmittelbarer Leitung des geschäftsführenden Mitgliedes der Commission fortgeführt worden, in dem für die Dauer des Interims nicht zu vermeidenden beschränktem Umfange und mit noch weiterer Verminderung des Hülfspersonals. Dr. R. Prager, der am 1. Januar 1908 als Hülfsarbeiter eingetreten war, schied am 31. März 1909 aus, um als Vorsteher des Rechenbureaus der Sternwarte Santiago Prof. Ristenpart zu folgen. Der Berichterstatter blieb dann auf die Hülfe des von Anbeginn der Arbeit an für das Unternehmen thätigen Hrn. C. Martens beschränkt und wurde erst vom 1. Juli ab weiter durch Dr. H. Paetsch unterstützt, der aber der Arbeit nur wöchentlich einen Tag zur Verfügung stellen kann.

Die noch von Prof. Ristenpart begonnene Übertragung der Örter der Nordsterne wurde von Dr. Prager von 5^h10^m bis 5^h43^m, weiter von Hrn. Martens bis 5^h56^m fortgesetzt, dann aber abgebrochen, weil es wünschenswerth erschien, eine Revision und Ergänzung der Eintragungen voraufgehen zu lassen.

Eine erste Revision der Nordzettel, Decl. 0°0' bis 81°0' für 1875, wurde vom Berichterstatter um die Mitte d. J. begonnen und ist bis zum Anfang der 12. Stunde durchgeführt. Diese erste Revision hat noch nicht eine Prüfung der Ortseinträge zum Ziel, sondern in erster Linie die Wiederaussonderung der zahlreichen gar nicht zum Programm der Arbeit gehörigen, durch mikrometrische oder photographische Specialvermessungen gewonnenen Bestimmungen und die Ordnung der Zettel zum Zweck ihrer für die Sicherung des Materials beim Gebrauch dringend nothwendigen, aber in Erwartung einiger noch ausstehender Cataloge immer noch verschobenen Numerirung, nebst Berichtigung der Zutheilung der Beobachtungen zu den verschiedenen bei Doppelsternen vorkommenden Zielpunkten, daneben die früher nur für die Bradley-Sterne vorgenommene Richtigstellung der Nomenclatur für die übrigen helleren Sterne und die Befreiung der Zettel von missverständlich aus den Catalogen ausgezogenen Bemerkungen, durch deren Beisatz die grossentheils nicht sachverständigen Gehülfen vielfach Beweis von anerkennenswerther Gewissenhaftigkeit ihrer Arbeit geliefert haben, die aber bei deren Weiterführung lediglich wieder zu streichen sind. Im Anschluss an diese Revision werden die Praecessionen für 1875 und wo erforderlich für eine zweite Epoche gerechnet, wenn die Zettel noch keine aus zuverlässigen Catalogen entnommene Werthe aufführen. Diese Rechnung, grösstentheils von Hrn. Martens, ist für die Stunden 0^h bis 3^h vollendet, mit etwa 2800

Sternen ohne Praecession für 1875, deren grosse Mehrzahl von Bonn VI geliefert wird. Die ausschliesslich in dieser Quelle vorkommenden Sterne, in diesen vier Stunden 1238 zwischen 0° und 81°, werden für Hrn. Prof. Küstner zusammengestellt, der sich erboten hat eine Neubeobachtung für die Bonner Sternwarte zu übernehmen.

An neuen Eintragungen von Sternörtern sind im Berichtsjahre noch 15102 hinzugekommen: durch Hrn. Martens rund 8700 Sterne als Rest des AG-Catalogs Bonn mit seinem 1909 erschienenen Nachtrag und rund 3900 Einzel-Ordinaten für 1900 von Hongkong, Pulkowa und Odessa, sowie weitere rund 2200 Nummern als Anfang der Auszüge aus den Catalogen AG Dorpat, Berlin C und Radcliffe Catalogue III (1875), die uns im Ms. oder in Druckanfängen vorliegen; durch Dr. Prager die Declinationen von 273 Sternen aus einer Anzahl kleinerer Verzeichnisse von 1800—1848, die früher übersehen waren. Der Catalog Berlin C, der vollständig auf Beobachtungen aus dem 20. Jahrhundert beruht und auf Aeq. 1905 gestellt ist, liegt so zwar ausserhalb der Grenzen der gegenwärtigen Arbeit, ist aber für dieselbe auch neben dem nach den Dorpater Bänden 17—20 hergestellten Ms.-Cataloge für die Ausfüllung der Lücke 70° bis 75° des AG-Zonencatalogs nicht wohl entbehrlich.

Das »Fehlerverzeichniss zu den Sterncatalogen des 18. und 19. Jahrhunderts« ist im April 1909 als Ergänzungsheft zu den Astron. Nachr. erschienen. Weiter ist das Bureau an der Herausgabe des von Hrn. H. Osten nach den Oxforder Jahrescatalogen von 1862—1876 zusammengestellten »Dritten Radcliffe-Catalogs« für 1875 betheiligt, der in Band XCII der Nova Acta der Leopoldinisch-Carolinischen Akademie erscheinen wird und von dem 8 Bogen mit den ersten 11 Stunden gedruckt sind oder im Satz stehen.

Commission für die Herausgabe der „Gesammelten Schriften Wilhelm von Humboldts“.

Bericht des Hrn. Schmidt.

Im Jahre 1909 hat Prof. Dr. Leitzmann, reichlich aus dem handschriftlichen Nachlaß schöpfend, den 8. Band herausgegeben (Pindar, Äschylus' Agamemnon, Übersetzungsfragmente); die Schlußbemerkungen bieten eine genauere Geschichte jedes Stückes. Band 9 (Gedichte) wird jetzt zum Druck gerüstet. Hr. Dr. Spranger hat im Archiv der Akademie seine den nachzutragenden politischen Denkschriften und dem Briefkorpus (Korrespondenz mit Hardenberg) gewidmeten Vorarbeiten niedergelegt und von neuem unsern Dank verdient.

Interakademische Leibniz-*Ausgabe.*

Bericht des Hrn. Lenz.

Der vor einem Jahr erschienene erste Band des kritischen Kataloges der Leibniz-Handschriften (1646—1672) ist inzwischen in etwa 50 Exemplaren an die wichtigsten Bibliotheken des In- und Auslandes verschickt, und eine Liste der Orte, an denen er demnach allgemein benutzt werden kann, in der Deutschen Literaturzeitung (1909, Nr. 48) und in einigen Tageszeitungen veröffentlicht worden. Der zweite Band (1672—1676), dessen Redaktion Hr. Prof. Rivaud übernommen hatte, harrt noch der Vervielfältigung, weshalb auch die Publikation der folgenden, wieder von uns zu redigierenden Bände sistiert werden mußte.

Unsere Arbeit konzentrierte sich daher in dem verflossenen Jahr auf die Ausgabe der Briefe und Denkschriften. Für den ersten bis 1670 einschließlich reichenden Band hat Hr. Dr. Kabitz sein Manuskript eingeschickt, so daß Hr. Dr. Ritter die Kombination dieses Anteiles mit seinem eigenen begonnen hat. Die Beiträge der HH. Rivaud, Sire und Vesiot stehen noch aus. Doch hoffen wir auch diese in kurzem zu erhalten und darauf Redaktion und Druck so zu beschleunigen, daß jedenfalls dieser erste Band der Ausgabe im Laufe des Jahres erscheinen kann.

Über fünf neue Leibniz-Briefe, die wir in dem verflossenen Jahr aus Amerika (durch Hrn. Prof. Charles Lanman, Harvard University) erhalten haben, hat Hr. Dr. Ritter in unsern Sitzungsberichten vom 18. März und 15. Juli 1909 referiert. Zu wertvollen Funden führte ferner eine von Hrn. Dr. Ritter unternommene Durchmusterung der Stadtbibliothek von Hamburg; eine kurze Mitteilung darüber findet sich in unsern Sitzungsberichten vom 11. November 1909.

Corpus Medicorum graecorum.

Bericht des Hrn. Diels.

Die bereits im vorigen Bericht als bevorstehend angekündigte Reise nach Spanien wurde von dem Redakteur des *Corpus*, Hrn. Prof. Mewaldt in Greifswald, im August und September ausgeführt. Hr. Stud. phil. H. Engel in Berlin begleitete ihn. Vermittels des der Akademie gehörigen Prismaapparats wurden zahlreiche griechische, lateinische und arabische Hss. der *Biblioteca nacional* in Madrid und des Augustinerklosters im Escorial aufgenommen. Es gelang über 1000 Aufnahmen zu machen, wobei sich der Apparat gut bewährte. Der deutsche Botschafter in Madrid, Graf Tattenbach, hatte die Reisenden an die

Vorstände der Bibliotheken warm empfohlen. So fanden sie überall die liebenswürdigste Aufnahme. Der Leiter der Bibliothek im Escorial, Pater Guillermo Antolin, von dem in Bälde der mehrbändige, nach modernen Grundsätzen gearbeitete Katalog der *Scorialenses latini* erscheinen wird, der Arabist Pater Pedro Blanco und der Photograph des Klosters Frater Eleuterio Manero unterstützten die Arbeit der beiden Reisenden in der zuvorkommendsten und wirksamsten Weise. Ihnen allen spricht die Akademie ihren wärmsten Dank aus.

Hr. Prof. E. Wellmann hat im verflossenen Jahre zum Teil mit Unterstützung der Akademie einen vom vorgeordneten Ministerium ihm in dankenswerter Weise bewilligten einjährigen Urlaub teils zu eignen Arbeiten (Dioscurides, Paulus von Nikaia, Cassius Felix) teils zu Vorarbeiten zum Aëtius, den er mit Hrn. Prof. Olivieri in Neapel zusammen im Corpus (Bd. VIII) edieren wird, benutzt. Von dem letzteren Autor hat er namentlich Bd. IX—XIV und XVI aus dem maßgebenden Florentinus abgeschrieben oder kollationiert.

Durch die Bemühung des korrespondierenden Mitglieds der Akademie, Hrn. Bywater, der die British Academy in der internationalen Kommission für das *Corpus Medicorum* vertritt, gelang es durch Vermittelung von Prof. G. Murray in Oxford, Hrn. Dr. E. O. Winstedt von der Bodleiana zu gewinnen, der dem Corpus schon früher wertvolle Dienste geleistet hatte und jetzt die schwer zugängliche Bibliothek des Hrn. Th. Fitz Roy Fenwick in Thirlestame House, Cheltenham, für einige nötige Kollationen mit Erfolg besuchte.

Prof. D. A. Ehrhard in Straßburg hatte die große Güte, auf seiner für die Ausgabe der Hagiographen nach dem Athos unternommenen Reise das gesamte in Lambros' Katalog gebotene und von da in den akademischen Katalog (Abh. 1905. 1906) übertragene handschriftliche Material zu kontrollieren und für die Klöster Lavra, Vatopedi und andere zu vervollständigen. Wie zu erwarten war, ist die Ausbeute an guten Hss. nicht groß, doch werden namentlich zwei ältere Hss. des Paulus zu beachten sein. Hrn. Ehrhard sei der Dank der Akademie auch hier noch besonders ausgesprochen.

Nach dem Plane des Unternehmens werden die Hippokrateskommentare des Galen zuerst in Angriff genommen. Der 15. Band des Kühnschen Corpus ist so weit vorbereitet, daß mit dem Druck in diesem Jahre begonnen werden kann. Er wird die erste Hälfte des Bandes V 9 im neuen Corpus bilden und folgende Schriften umfassen:

1. Galeni εἰς τὸ Περὶ φύσεως ἀνθρώπου libri III ed. J. Mewaldt[1],
2. — εἰς τὸ Περὶ τροφῆς libri IV ed. J. Gossen,

[1] Zu diesem Kommentar gehört nämlich als drittes Buch der bei Kühn XV 174—223 gesondert gedruckte Kommentar zu Περὶ διαίτης ὑγιεινῆς.

3. — εἰς τὸ Περὶ διαίτης ὀξέων libri IV ed. G. Helmreich,
4. περὶ τῆς καθ' Ἱπποκράτην διαίτης ἐπὶ τῶν ὀξέων νοσημάτων (XIX 182—221 Kühn) ed. J. Westenberger.

Auch die zweite Hälfte des Bandes ist bereits durch Hrn. Prof. Kalbfleisch und den Berichterstatter in Angriff genommen.

Hr. Prof. Ilberg in Leipzig, der als Vertreter der Sächs. Ges. d. Wiss. der akademischen Kommission angehört, hat inzwischen Bd. IV (Soranos) kräftig gefördert. Er hat den Paris. gr. 2153 untersucht und die darin enthaltene gynäkologische Kompilation nach V. Rose nicht ohne Erfolg neu verglichen. Die jüngeren Hss. (Barber. I 49, von Hrn. Prof. E. Wellmann eingesehen, und Voss. 8° 18) erwiesen sich als wertlos. Ferner wurde der »Muscio« des Bruxellensis 3714 vom Leipziger Institut für Geschichte der Medizin (Puschmann-Stiftung) auf seine Veranlassung photographiert. Diese Voruntersuchungen über die Textgeschichte sind in einer Abhandlung »Die Überlieferung der Gynäkologie des Soranos von Ephesos« zusammengefaßt. Sie erscheint in den Schriften der Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss., die sich mit der Berliner und Kopenhagener Akademie zur gemeinsamen Herausgabe des *Corpus Medicorum* verbunden hat und gewiß in gleicher Weise auch weiterhin ihre dankenswerte Beihilfe dem Unternehmen gewähren wird, wie es in den letzten drei Jahren geschehen ist.

Als Vertreter der Dänischen Gesellschaft berichtet Hr. Prof. J. L. Heiberg in Kopenhagen, er habe im vergangenen Jahre alle italienischen Hss. des Paulus untersucht und vier Laurentiani, von denen aber nur einer vollständig ist, ganz verglichen. Durch die Probekollationen der ungemein zahlreichen Pariser Kodizes ergibt sich, daß mehrere als Abschriften erhaltener Hss. ausscheiden. Die wertvolleren werden in der nächsten Zeit kollationiert werden. Über die englischen Hss. hat Hr. Dr. Raeder, über die spanischen Hr. Prof. Mewaldt Auskunft gegeben; der letztere hat die Photographien der betreffenden Hss. gesandt, deren Prüfung noch aussteht. Wichtig ist eine Hs. in Patmos und zwei auf dem Athos, deren Kollation oder Photographie beschafft werden muß. Den Cod. Casinensis 351, der die alte lateinische Übersetzung des III. Buches enthält, hat die Puschmann-Stiftung in Leipzig photographieren lassen und Hrn. Heiberg zur Verfügung gestellt. Dieser Text (mit Index) wird von Hrn. Heiberg ganz zum Drucke gegeben werden. Die übrigen lateinischen Handschriften sind untersucht worden, worüber in der geplanten Ausgabe des Casinensis berichtet werden wird.

Hr. Dr. Raeder, der im Auftrage der Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften den Oribasius (Bd. VI des Corpus) übernommen hat, ist mit der Vergleichung aller Hss. zu den Ἰατρικαὶ συναγωγαὶ im ab-

gelaufenen Jahre zu Ende gekommen. Nur der Heidelberg. Pal. 375 S. XII, der für die überlieferten Reste der Bücher XXIV und XXV allein maßgebend ist, steht noch aus. Verglichen sind für I—XV Cantabr. Coll. St. Johann A 6, Neapol. 304 III D 20 und Paris. 2189, für XXI, XXII Paris. 2237 und für XLIV—LI Laur. 74, 7 und Vatic. 1885. Zur Cύνοψιc wurde der Paris. 2188 ganz verglichen. Da viele andere Hss. von dieser abhängen, so werden vermutlich nur die beiden Florentiner neben ihm in Betracht kommen. Zur Schrift Πρὸc Εὐνάπιον hat Hr. Raeder nur einige Teile der Hss. verglichen, wobei sich ergeben hat, daß der Budapest. 9, der Ottobon. 129 und der Vatic. 1427 Abschriften des Marc. 294 sind. Der Paris. Suppl. 446, der nur Exzerpte enthält, ist nur zum Teil verglichen worden. Die Hss. der nur lateinisch erhaltenen Schriften des Oribasius sind flüchtig gemustert worden. Die Echtheit dieser Schriften erscheint sehr fraglich. Über die Übersetzungen der griechisch erhaltenen Schriften ist eine gewisse Übersicht gewonnen worden. Mit der Feststellung des Textes und Ausarbeitung des Apparats ist begonnen worden, einige Bücher sind bereits so gut wie fertig. Auch die beschwerliche Sammlung der Parallelstellen ist angefangen, sie rechnet sehr stark auf die Unterstützung der übrigen Mitarbeiter.

Deutsche Kommission.

Bericht der HH. Burdach, Heusler, Roethe und Schmidt.

Die **Inventarisation der deutschen Handschriften** hat guten Fortgang genommen, wenn auch die wünschenswerte Beschleunigung des Tempos und Vermehrung der Mitarbeiterzahl aus inneren und äußeren Gründen noch nicht möglich war. Immerhin ist an wichtigen Stellen eine erhebliche Förderung zu verzeichnen.

Aus der Schweiz trafen zahlreiche Beschreibungen von Handschriften der Basler öffentlichen Bibliothek ein, die noch Hr. Prof. Binz angefertigt hatte. Die durch seinen Weggang unterbrochene Arbeit ist dank der Fürsorge des Oberbibliothekars Dr. Bernoulli durch Hrn. Dr. Roth fortgeführt worden; zehn seiner Beschreibungen sind bereits in unserem Besitz.

In Einsiedeln ist durch die rüstige Arbeit des Hrn. Bibliothekars P. Gabriel Meier die Inventarisierung der für die Kommission in Frage kommenden Handschriften dem Abschluß nahe gebracht worden. Eine größere Zahl der St. Galler Beschreibungen von Hrn. Prof. Vetter konnte jetzt der Verzettlung zugeführt werden. Eine gelegentliche Beschreibung einer Handschrift der Bürgerbibliothek zu Luzern steuerte Hr. Dr. Bertalot bei.

Schon im vorjährigen Bericht wurde die Notwendigkeit einer intensiveren Aufnahmetätigkeit in Österreich-Ungarn betont. Demgemäß erhielt im verflossenen Jahr Hr. Dr. Dolch den Auftrag, die bereits in den früheren Jahren mit gutem Erfolg begonnene Beschreibung der deutschen Handschriften Böhmens nunmehr zum Abschluß zu bringen und dabei namentlich auch auf die Privatbibliotheken Rücksicht zu nehmen. Das rühmenswerte Entgegenkommen der meisten Vorstände und Besitzer hat ihm manchen hübschen Fund ermöglicht. Die unerwartet reichen Bestände der äußerst wertvollen Privatbibliothek des Hrn. Dr. Langer in Braunau, die ihr Besitzer opferfreudig gesammelt und mit seltener Liberalität unserem Beauftragten erschlossen hat, bewirkten es, daß Dr. Dolch über das nördliche Böhmen in diesem Jahre nicht hinausgekommen ist. Nicht weniger als 120 Nummern dieser Privatbibliothek kommen für uns in Betracht; darin Volkslieder, Arzneibücher, Kalendarien, Ordensregeln, ein deutsch-lateinischer Psalter, mystische Predigten und Traktate (z. B. Meister Eckharts Predigt 'Beati pauperes' deutsch: Rede von der Unterscheidung in einer Form, die von den wenigen übrigen Handschriften völlig abweicht); Gesta Romanorum deutsch 1461: Exempelhandschrift; Boccaccio deutsch; Sybillen-Weissagung deutsch usf.

Dr. Dolch arbeitete mit Energie in Eger (Stadtarchiv, Museum der Stadt, Archiv zu St. Niclas), Tepl (Stadtarchiv, Stiftsbibliothek), Luditz (Museum, Stadtarchiv), Petschau (Schloß-, Pfarr- und Stadtarchiv), Schlackenwerth (Piaristenbibliothek), Kaaden (Franziskanerkonvent), Dux (Museum, Archiv und Pfarramt), Ossegg (Stiftsbibliothek), Tetschen (Thunsche Schloßbibliothek), Leitmeritz (Bibliothek des Kapuzinerklosters, Gymnasialbibliothek). Raudnitz (Lobkowitzsche Bibliothek), Fürstenstein (Pleßsche Bibliothek), Trautenau (Stadtarchiv), Braunau (Stiftsbibliothek). Von den meisten dieser Orte liegen die Beschreibungen bereits vor, besonders zahlreich aus Tepl, Fürstenstein, Raudnitz, Braunau. Im Stadtarchiv zu Eger werden die sehr zahlreichen Privatbriefe alter Zeit, die manche literarischen Anhaltspunkte versprechen, noch von einem ortsansässigen Gelehrten durchzuarbeiten sein.

Eine Handschrift der Wiener Hofbibliothek beschrieb gelegentlich Dr. Dolch.

Durch die gütige Vermittlung des Hrn. Prof. Sauer gelangte in unsern Besitz die von Hrn. Prof. Gragger in Budapest verfaßte Beschreibung einer Budapester Handschrift mit einem umfänglichen Festgedicht über Des Pfalzgrafen Friedrich, Herzogs zu Bayern Werbung um Fräulein Dorothea, geborene Königin von Dänemark (um die Mitte des 16. Jahrh.).

In München arbeiteten in gewohnter Weise die HH. Oberbibliothekar Dr. Leidinger und Bibliothekar Dr. Petzet fort, doch mußten Petzets Beiträge infolge seiner Erkrankung spärlich bleiben. Die Aufnahme der umfänglichen Handschrift Beheimscher Meisterlieder begann Dr. Mausser. Eine Münchner Handschrift im Besitz des Hrn. Aufleger beschrieb Hr. Oberlehrer Dr. Wüst. Aus Nürnberg (Stadtbibliothek) und Würzburg (Universitätsbibliothek) beschrieb Dr. Dolch einige Handschriften.

In Baden und Württemberg ist leider unsere Arbeit trotz dem Entgegenkommen der leitenden Persönlichkeiten infolge ungünstiger Umstände noch nicht in Fluß gekommen. Hr. Dr. Bertalot beschrieb gelegentlich eine Handschrift der Karlsruher Hof- und Landesbibliothek; Hr. Dr. Matthäi ebenso drei Handschriften (meist Minneallegorien) der Universitätsbibliothek zu Heidelberg. Die Arbeit in der Landesbibliothek Stuttgart ist durch schwere Erkrankung des Hrn. Archivars a. D. Korth, von dessen Hand uns bereits erfreuliche Beiträge vorliegen, wieder ins Stocken geraten. Falls nicht noch andere Verabredungen getroffen werden, wird Hr. Dr. Gille im Sommer auf etliche Wochen dort in unserm Auftrage arbeiten. Eine Handschrift dieser Bibliothek beschrieb gelegentlich Hr. Dr. Bertalot.

Im Berichtsjahr wurden für die Inventarisierung der Handschriftenbestände in Elsaß-Lothringen mit den dortigen Bibliotheks- und Archivvorständen Verhandlungen geführt, die erwarten lassen, daß im kommenden Jahr eine feste Organisation unsern Wunsch verwirklichen wird.

Aus Leipzig liegen gelegentliche Beschreibungen der HH. Prof. Borchling (Antiquariat Hiersemann) und Dr. Dolch (Universitätsbibliothek) vor; dieser beschrieb auch einige Handschriften der Dresdener Königlichen Bibliothek.

Zahlreiche Beschreibungen von Handschriften der Königlichen und Universitätsbibliothek zu Breslau sandte wieder Hr. Oberlehrer Dr. Klapper ein; der Abschluß der Inventarisierung dieser Bibliothek konnte jedoch noch nicht erreicht werden.

Einen wesentlichen Beitrag dankt die Kommission dem Vorstand der Herzoglichen Bibliothek zu Gotha, Hrn. Prof. Ehwald, der die zum Teil umfänglichen Pergamentkodizes in Folio, 22 an der Zahl, erledigte und auch weiterhin seine Mitarbeit erhoffen ließ. Den Meistersingerkodex Birmer im Besitz der Universitätsbibliothek Jena beschrieb Hr. Dr. Behrend.

Auch im Osten wird nunmehr, nachdem Hr. Burdach persönlich in Königsberg über den dortigen Handschriftenvorrat, dessen altdeutsche Bestände Steffenhagens bekannte Arbeiten übersehen lassen,

besonders auch nach der Seite der lateinischen und der Briefliteratur sich orientiert und mit Hrn. Bibliotheksdirektor Dr. Schulze und Hrn. Archivdirektor Geheimrat Dr. Joachim die notwendigen Vereinbarungen getroffen hat, die Inventarisierung in rascheren Fluß kommen. An Stelle des bisher mit der Bearbeitung der Königsberger Materialien beauftragten Hrn. Prof. Dr. Euling, dessen energische Kraft wir an das andere große Unternehmen unserer Kommission, das Deutsche Wörterbuch, übergehen lassen mußten, wird Hr. Dr. Emil Ettlinger treten, der am 1. Februar die Beschreibung beginnen soll.

Aus Marienburg traf ein summarischer Bericht des Hrn. Dr. Ziesemer ein. Erwünschte Winke sind Hrn. Prof. Borchling zu danken.

Eine Humanistenhandschrift aus St. Petersburg (Kaiserliche Öffentliche Bibliothek) beschrieb Hr. Dr. Bertalot.

Mit der Beschreibung der Quarthandschriften der Königlichen Bibliothek zu Berlin ist Hr. Dr. Heymann nur langsam vorgerückt; er hat wesentlich Handschriften aus Sudermanns Besitz aufgenommen. Ein paar mystische Kodizes hat Hr. Dr. Dolch, einige Handschriften der lateinischen Visionsliteratur Hr. Voigt beschrieben. Die interessanten Bruchstücke eines niederrheinischen Sydrach, die sich im Privatbesitz des Hrn. Dr. Paul Kristeller befinden, untersuchte Prof. Borchling. — Die Handschriften von Gardelegen und Umgegend durchmusterte unser Archivar Dr. Behrend. Die Marienkirche enthielt Lokalhistorisches und poetische Miszellaneen, während die Bibliothek der Bürgermeisterei und Kloster Neuendorf unergiebig waren.

Dr. Wiegand behandelte weitere Handschriften der Fuldaer Landesbibliothek, meist deutsche Erbauungsliteratur des 15. und 16. Jahrhunderts. Aus Handschriften im Privatbesitz der Frau Düning in Kassel verzeichnete Prof. Henrici die niederdeutsche Vision einer Klosterfrau von 1288; die sehr umfängliche Beschreibung von Schobers an Zeitgedichten reichem Reimbuch (1688—1695) aus der Landesbibliothek zu Kassel steuerte Dr. Legband bei. — Für Mainz hat der jetzige Stadtbibliothekar Prof. Binz seine erprobte Mitarbeit zugesagt, wie er sie früher in Basel geleistet hat.

Die Bearbeitung der Rheinprovinz durch Hrn. Bibliothekar Dr. Christ hat sich im verflossenen Jahre gut weiterentwickelt. Am ergebnisreichsten war die Universitätsbibliothek zu Bonn, aus der namentlich Gebete, Traktate, Predigten, Mystika, aber auch die Hs. des 8. Buches Konrads von Megenberg und allerlei Niederländisches beschrieben wurde. Die Bonner Kreisbibliothek trug nur eine niederrheinische Klosterregel des Brigittenordens ein, während die Pfarrbibliothek zu Brühl und Schloß Gymnich bei Liblar (Besitzer Vicomte de Maistre) ganz versagte. Eine rheinabwärts gerichtete Reise prüfte

die Pfarrbibliothek zu Xanten mit gutem Erfolg (Rechtsliteratur), ferner die Bibliothek des Hilfspriesterseminars (früheren Chorherrenklosters) in Gaesdonck bei Goch, über die später zu berichten sein wird, das Stadtarchiv zu Kalkar (Rechtsliteratur), Pfarrbibliothek und Stadtarchiv zu Cleve (Rechtsbücher, Chroniken); unfruchtbar blieb der Besuch von Schloß Moyland, dessen Archiv, in der Neuordnung begriffen, nicht zugänglich war. Die Bibliothek des Antiquarisch-Historischen Vereins zu Kreuznach bot nur bekannte mittelhochdeutsche Fragmente; ebenso das Archiv des Freiherrn Langwerth von Simmern zu Eltville. Gar nichts brachte Schloß Gondorf (Freifrau von Liebieg) und Schloß Volradt bei Winkel (Graf Matuschka-Greiffenklau). Um so mehr verspricht die Sammlung der Gräfin Eltz auf Schloß Eltz an der Mosel, aus deren Bestand Prof. Borchling Auszüge und eine Beschreibung der Handschrift des großen Seelentrostes bereits geliefert hat. Im Archiv des Marienstifts in Wetzlar fand Borchling ein Fragment der Gottes Zukunft Heinrichs von Neustadt. — Mystikerhandschriften, Homilien und die große Exempelsammlung der Stadt- und Landesbibliothek zu Düsseldorf beschrieb Dr. Dolch. — Die Beschreibung der Handschriften der Stadtbibliothek zu Aachen hat ihr Direktor Prof. Lauchert sehr dankenswert begonnen.

Die Versetzung Prof. Bömers nach Breslau hat Westfalen eines mehrjährigen, verdienten Bearbeiters beraubt; doch hat das verflossene Jahr noch zahlreiche Früchte seines Eifers gebracht, und Hr. Dr. Christ hat das von ihm in Angriff Genommene weiter gefördert. So liefen aus der Münsterschen Universitätsbibliothek neben vielen Beschreibungen von deutschen und lateinischen Erbauungsbüchern Mitteilungen ein über neue Bruchstücke von Maerlants Reimbibel, über einen Kodex mit allerlei Miszellen zur Geschichte der Stadt Köln, über ein Fragment aus Petrus von Riga Aurora. Andachtsbücher spendete die Bibliothek des Prof. Dr. Anton Piper in Münster, die Bibliothek des Grafen Fürstenberg-Stammheim (spanisch-niederländisches Erbauungsbuch), die Bibliothek des Kapuzinerklosters, in der sich auch ein bisher unbeachtetes Deutschordensstatut fand. Chronikalisches, lokalhistorische Gedichte wurden aus dem Stadtarchiv und der Bibliothek des Altertumsvereins zu Münster gebucht. Das Dechaneiarchiv zu Freckenhorst steuerte bei drei geistliche Sammelhandschriften mit vielen lokalen Beziehungen. Lateinische und deutsche Andachtsbücher aus der Bibliothek des Vereins für Orts- und Heimatskunde zu Warendorf (Vorstand: Amtsgerichtsrat Zuborn), aus der Bibliothek des Franziskanerklosters zu Wiedenbrück (Pater Henniger), aus der Propsteibibliothek zu Billerbeck beschrieb noch Prof. Bömer, während das St.-Jakobi-Pfarrarchiv zu Coesfeld und das Benediktinerkloster zu

St. Joseph bei Coesfeld fruchtlos besucht wurde. Die Bibliothek des Grafen Nesselrode auf Schloß Herten bei Recklinghausen bot neben Bekanntem eine interessante medizinische Sammelhandschrift; die reichhaltige Schloßbibliothek des Herzogs von Croy zu Dülmen u. a. ein paar magere, J nahestehende Nibelungenbruchstücke aus dem 20. Liede. Im ganzen hat die verdienstvolle Inventarisation der nichtstaatlichen Archive Westfalens unseren Mitarbeitern die Arbeit bei den Handschriften im Privatbesitz zwar sehr erleichtert, aber ihnen auch manchen Fund vorweggenommen.

Auch die Königliche und Provinzialbibliothek zu Hannover, an der Hr. Oberlehrer Dr. Brill eifrig tätig ist, gab in erster Linie Andachtsbücher her; ein Belial wurde beschrieben, vor allem die Handschriften Dietrichs von Stade verzeichnet. — Über ein sächsisches Landrecht aus Altenbruch im Lande Hadeln berichtete Prof. Borchling.

Die Handschriften der Herzoglichen Bibliothek zu Dessau waren bisher den Germanisten wesentlich durch einige lose Beschreibungen von Hosäus in verschiedenen Bänden der Germania bekannt. Hr. Oberlehrer Dr. Matthäi hat darüber hinaus eine Reihe recht interessanter, wenn auch später Handschriften analysiert: darin ein zweites Exemplar des Wilhelm von Wenden, neue Überlieferungen des Laurin und Rosengarten A, ein Lucidarius; allerlei bisher unbekannte kleinere mhd. Dichtungen (Legenden); Mystisches usw.: die vorläufige wissenschaftliche Verwertung dieser Funde ist im Gange. Auch für das wenig beachtete Gebiet der mittelalterlichen Prosaerzählung, für das die akademischen Texte bald stärker eintreten werden, bietet der Anhang einer Mandevillehandschrift hübsches Material. Aus der Königlichen Behördenbibliothek zu Dessau beschrieb Dr. Matthäi wesentlich Rechtshandschriften. — Mit dem Herzoglichen Haus- und Staatsarchiv zu Zerbst hat Hr. Hofrat Wäschke einen Anfang gemacht, indem er über des thüringischen Hofkaplans Joh. von Bissingen Beschreibung einer Reise nach Frankreich und Burgund, über ein Buch der drei Könige, über mehrere Rechtsbücher berichtete.

Die Maßregeln, die Senat und Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Lübeck vor 1½ Jahren in unserm Interesse beschlossen, haben im vergangenen Jahre bereits reiche Frucht getragen: von der Hand des Hrn. Dr. Paul Hagen liegt jetzt schon ein stattlicher Stoß gelehrter und sorgfältiger Beschreibungen namentlich niederdeutscher Erbauungsschriften und Gebetbücher der Stadtbibliothek vor: viel Bekanntes, aber auch wenig Beachtetes; die Verbreitung der Psalmen in deutscher Sprache bestätigt sich; eine Benediktinerregel für Frauen, ein niederdeutsches Horarium für Laien, eine niederdeutsche Fassung von Philipps Marienleben, eine unbekannte Handschrift der gereimten Apokalypse,

Verse vom Blumenkranz und Prosaallegorien seien notiert. — Aus Hamburg kam diesmal nur eine vereinzelte Beschreibung Dr. Dolchs.

Prof. Henrici hat seine unermüdliche Tätigkeit im Herzogtum Braunschweig fortgesetzt: die zähe und opferwillige Energie, mit der er die übernommene Aufgabe durchführt, die reichste Schatzkammer Niederdeutschlands durchzuarbeiten, verdient unsern warmen Dank, und wenn er durch die Bibliotheks- und Archivverwaltungen weitgehende Förderung findet, so belohnt sich das wahrlich durch den Ertrag seiner Arbeit, von dem neuerdings wieder ein Aufsatz 'Braunschweigs Landeshauptarchiv als Bibliothek' im Zentralblatt für Bibliothekswesen (Dez. 1909, Jahrg. XXVI, 541 ff.) Zeugnis ablegt[1].

Dieser Aufsatz überhebt uns eines eingehenderen Berichts über die bisher nur wenig (zum kleinen Teil von Borchling) beachteten, überwiegend aus dem Dome St. Blasien in Braunschweig herrührenden etwa 250 Handschriften des Landeshauptarchivs zu Wolfenbüttel, ein Besitz, den man erst ganz neuerdings befriedigend zu katalogisieren angefangen hat. Neben dem beträchtlichen Grundstock an gottesdienstlichen und Erbauungsbüchern sind Braunschweiger Stammbücher und Chroniken, alte Bücherverzeichnisse (aus Amelunxborn und Northeim), Stücke des Sachsenspiegels, zahlreiche kleinere Dichtungen, Spruchverse usw. zu buchen gewesen. — Eine weitere erhebliche Arbeitsleistung stellt es dar, daß Henrici die Klasse der Helmstedter Handschriften in der Herzoglichen Bibliothek bis Nr. 750 erledigt hat. Waren hier Überraschungen nicht zu erwarten (lateinische Prosaerzählungen, Alchymistisches, Medizinisches sei erwähnt), so spendeten die bisher nur provisorisch katalogisierten Extravaganten auch diesmal allerlei Interessantes: den 'Cassander' Anton Ulrichs (?) oder seiner Schwester Sibylla Ursula von Braunschweig, Spruchsammlungen Hieronymus Colerus des Jüngeren, Briefe und Verse Val. Andreäs u. a. m.

Nicht weniger wurden die Sammlungen der Stadt Braunschweig weiter durchforscht. Begonnen und auch beendet ist die Arbeit im Herzoglichen Museum: einige Stammbücher, ein Trachtenbuch, satyrische Zeichnungen und fliegende Blätter mit Beischriften wurden verzeichnet, auch die schon bekannte Herpinhandschrift des 15. Jahrhunderts. —

[1] Andere kleine Publikationen des Jahres, die mit Henricis Arbeit zusammenhängen, sind die folgenden: Von E. Habel, Der deutsche Cornutus (vgl. den vorjährigen Bericht), erschien 1909 der zweite Teil: 'Der Novus Cornutus des Otto von Lüneburg in den deutschen Übersetzungen des Mittelalters'. Über Henning Hagen und Dietrich von Watzum, zwei für die Braunschweiger Literatur wichtige Männer, berichtete Henrici im Braunschweigischen Magazin 1909 Nr. 6. 7; eine wahrscheinlich von diesem Dietrich herrührende Spruchsammlung des 14. Jahrhunderts, lateinisch mit Übertragung in niederdeutsche Verse, wurde in der Zeitschrift f. d. Altertum 50, 334 gedruckt.

In der Stadtbibliothek gelangte nach etwa dreijähriger Tätigkeit die Abteilung 'Mittelalterliche Handschriften' zum Ende, ebenso annähernd die Bruchstücke, über die der gedruckte Katalog fast gar nichts angibt. Ein verbessertes und ergänztes Exemplar dieses Katalogs übergab Prof. Henrici im September 1909 der Stadtbibliothek. Erst in den Anfängen steht endlich die Aufnahme der Gruppe 'Neuere Handschriften' sowie der reichen Bestände des Stadtarchivs. Die lateinische und deutsche Kleinliteratur (Sprüche, Lieder, Inschriften, Stammbuchverse, Erzählungen, Gebete, Segen usw.), auf die Henrici immer besonders geachtet hatte, stand auch diesmal meist im Vordergrunde. — Ein niederdeutsches Gebetbuch aus dem Besitze des Pfarrers Diestelmann zu Berklingen bei Schöppenstedt (mit Marienandachten und einer Regel des Klausnerlebens) beschrieb Prof. Borchling.

In Paris hat Dr. Dolch die Wüstschen Beschreibungen aus der Nationalbibliothek zum Teil vervollständigt; aus der Arsenalbibliothek hat er teils wenig beachtete Handschriften aufgenommen (Salman und Morolf; Seuse), teils aus bekannten Kodizes interessante, bisher übersehene Sprüche und Lieder herausgeholt. Auf den Königlichen Bibliotheken zu Brüssel und im Haag, den Universitätsbibliotheken zu Amsterdam, Gent, Utrecht hat Dr. Dolch mehr gelegentlich mystische Predigt- und Erbauungsliteratur beschrieben, auf die gerade seine Arbeiten ihn führten.

Aus der Königlichen Bibliothek zu Stockholm und der Universitätsbibliothek zu Upsala sandte endlich Hr. Prof. Psilander genaue Beschreibungen von dort neuerdings gefundenen Fragmenten, die zum großen Teil bereits in der Zeitschr. f. d. Alt. 49, 363 ff. veröffentlicht worden sind (doch auch das Bruchstück einer Christherrechronik, Segen u. a.). —

Ein ersprießlicher Austausch entwickelte sich mit der Kommission für Herausgabe der mittelalterlichen Bibliothekskataloge Deutschlands bei der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Das Archiv dankt Hrn. Dr. Paul Lehmann manchen wertvollen Hinweis persönlicher und sachlicher Art.

Auf Grund der bisherigen Erfahrungen wurden die an die Mitarbeiter auszugebenden 'Grundsätze für die Inventarisierung' einer neuen Redaktion unterzogen; darin sind die Vorschriften für die Aufnahme deutscher Gebete strenger gefaßt, die für lateinische Sammelhandschriften, im Vertrauen auf den wissenschaftlichen Takt der Beschreiber, gelockert worden.

Das Archiv besitzt gegenwärtig über 4000 Beschreibungen, die nach den im Bericht vom Jahre 1907 angegebenen Gesichtspunkten in etwa 162000 Zettel aufgelöst wurden. An der Verzettelung be-

teiligten sich unter Anleitung des Archivars die HH. Dr. Böhme, cand. Gensel, Dr. Gille, Dr. Grantzow, cand. Hartmann, Dr. Kotzenberg, cand. Voigt. Dank den reicheren Materialien wuchs die Zahl der positiven Antworten auf zahlreiche Anfragen.

Eine längst als dringend empfundene Aufgabe wurde vom Archivar in Angriff genommen: ein vollständiges Verzeichnis aller Textabdrucke, die bisher aus sämtlichen für unsere Inventarisation in Betracht zu ziehenden Handschriften veröffentlicht worden sind. Die Dürftigkeit unserer Handbibliothek macht es leider nötig, daß diese Arbeit meist in anderen Bibliotheken vorgenommen werden muß. Das nächste Ziel der Archivbibliothek, die deutschen Handschriftenkataloge möglichst vollständig präsent zu haben, ist näher gerückt. Zu danken hat die Kommission zahlreichen deutschen Schuldirektoren für die Überweisung zum Teil selten gewordener Programme, die deutsche Handschriften behandeln. Unter den wichtigeren Zuwendungen nennen wir noch mit Dank den Katalog der Bibliothek der Oberlausitzischen Gesellschaft der Wissenschaften; Böhm, Die Handschriften des k. k. Haus-, Hof- und Staatsarchivs; Bretholz, Das Mährische Landesarchiv. Die sämtlichen Büchersammlungen der Deutschen Kommission umfassen gegen 1100 Nummern.

Aus dem Nachlaß Prof. Joh. Kelles in Prag überwies sein Sohn Hr. Ministerialrat von Kelle mehrere Platten und Abzüge von Handschriftenphotographien an unser Archiv.

Von den »**Deutschen Texten des Mittelalters**« wurden neu ausgegeben Bd. XV (Die Lilie, eine mittelfränkische Dichtung in Reimprosa, und andere geistliche Gedichte, aus der Wiesbadener Handschrift herausgegeben von Paul Wüst), Bd. XVI (Die heilige Regel für ein vollkommenes Leben, eine Zisterzienserarbeit des XIII. Jahrhunderts, aus der Handschrift Additional 9048 des British Museum herausgegeben von Robert Priebsch) und Bd. XVII (Die Heidelberger Handschrift cod. Pal. germ. 341, herausgegeben von Gustav Rosenhagen); im Druck vollendet ist auch Bd. XVIII (Gundacker von Judenburg, Christi Hort, aus der Wiener Handschrift herausgegeben von J. Jaksche). Dagegen ist Bd. XI (Die Predigten Taulers, herausgegeben von Ferdinand Vetter) unter dem Druck ungünstiger Verhältnisse immer noch nicht zum Abschluß gekommen; doch ist der Text fertig und nur noch der Satz der Register zu vollenden. Neu begonnen hat der Satz von Bd. XIX (Daniel, eine Deutschordensdichtung, aus der Stuttgarter Handschrift herausgegeben von Arthur Hübner) und von Bd. XX (Rudolfs von Ems Weltchronik, aus der Wernigeroder Handschrift

herausgegeben von Gustav Ehrismann); wir zweifeln nicht, daß zumal dieser XX. Band der Reihe, der endlich ein von jedem deutschen Philologen längst entbehrtes Werk allgemein zugänglich machen soll, mit großer Befriedigung begrüßt werden wird. Demnächst geht in den Druck Bd. XXI (Hiob, eine Deutschordensdichtung, aus der Königsberger Handschrift herausgegeben von Tor Karsten). Die Ausgaben haben wieder mannigfaltige Unterstützung durch Bibliotheksverwaltungen und Gelehrte gefunden, wovon die Einleitungen Rechenschaft ablegen. Aber auch hier ziemt es sich, der wertvollen und unermüdlichen Mitarbeit zu denken, die Prof. Karl von Kraus in Prag zumal dem von ihm angeregten XVIII. Band, aber auch darüber hinaus der Sammlung und ihrem Leiter wieder gewährt hat.

Für die **Wielandausgabe** hat Hr. Dr. Homeyer in Berlin den II. Band der Poetischen Jugendschriften, Hr. Dr. Stadler, Privatdozent in Straßburg, den II. Band der Shakespeare-Übersetzung geliefert. Die beiden Bände sind erheblich stärker als die ersten, die zu dünn erschienen; so wurden diesmal drei Teile des Shakespeare in einen zusammengefaßt. Seufferts wohlbedachte Gliederung wird dadurch einigermaßen verändert. Um das Briefkorpus hat sich wiederum Hr. Direktor Dr. von Kozlowski in Neumünster durch große Beiträge aus der Halberstädter Gleimstiftung ein Hauptverdienst erworben; neben ihm war Hr. Dr. Behrend für die Sammlung tätig.

Der Ausschuß, der, wie der vorjährige Bericht es meldete, zur Leitung der Arbeiten des **Rheinischen Wörterbuchs** eingesetzt worden ist, trat am 5. April 1909 zum erstenmal zu einer Beratung in Bonn zusammen. Teil nahmen außer den HH. Franck, Burdach und Heusler der Landeshauptmann der Rheinprovinz Hr. von Renvers und als Vertreter der Gesellschaft für Rheinische Geschichtskunde Hr. Archivdirektor Ilgen aus Düsseldorf; außerdem die Mitarbeiter am Wörterbuche, die HH. Oberlehrer Müller und Trense. Den Vorsitz führte Hr. Franck.

Im Vordergrund der Beratungen stand der als Vorarbeit für das Wörterbuch gedachte Sprachatlas, der etwa 5—6000 Orte (gegen Wenkers 2000) umfassen soll; von einigen Grenzen wird es vielleicht möglich sein, schon in etwa 2 Jahren Karten herzustellen. Einige besonders wichtige Grenzen, z. B. anlautend $\acute{p} : p$, werden durchaus mündlich und reisend aufgenommen werden müssen; die Wenkersche Methode der Fragebogen versagt natürlich für manche wesentliche Punkte, so reichen Ertrag sie im ganzen gebracht hat. — Besprochen wurde weiter die

Schwierigkeit, ein andauerndes und tätiges Sammelinteresse über die ganze Provinz hin zu erwecken und lebendig zu halten. Es ist ins Auge gefaßt worden, künftig kleinere Sammelkreise zu organisieren, wo irgend sich geeignete Leiter fänden, denen eine kleine Vergütung zuzuweisen wäre. — Mit besonderem Dank ist hervorzuheben, daß der Hr. Landeshauptmann von Renvers für die mundartliche Bibliothek des Wörterbuchs, das nicht auf die Dialektsammlung der Kölner Stadtbibliothek angewiesen sein darf, und für die Bereisung der Provinz durch die Sammler einen kleinen Sonderzuschuß bewilligt hat.

Im übrigen berichtet das außerakademische Mitglied der Deutschen Kommission, Hr. Franck, das Folgende:

'Im abgelaufenen Jahre haben Hr. cand. phil. Karl Schwarz als Assistent, Frau Helene Astemer und Frl. Mary Beiersdorff als Hilfsarbeiterinnen ihre Tätigkeit fortgesetzt. Aus Gesundheitsrücksichten mußte Hr. stud. phil. Johann Thies Bonn verlassen und Hr. stud. phil. Franz Martin aus Eisenach bei Trier, der gleichfalls eine Zeitlang auf dem Bureau beschäftigt war, seine Beschäftigung unterbrechen. Neu ist kürzlich als Hilfsarbeiter Hr. Franz Astemer aus Bonn eingetreten. Meine beiden Mitarbeiter, die Oberlehrer Dr. Müller und Dr. Trense, konnten leider gleichfalls aus Gesundheits- oder Familienrücksichten das Unternehmen nicht in der gewohnten Weise fördern.

An die Seminare und Präparandenanstalten wurden die Fragebogen 6, 7, 8 und 9 versandt. Dieselben und frühere Fragebogen gingen auch einer Reihe anderer Mitarbeiter zu. Von einer neuen Nummer der »Anfragen und Mitteilungen« wurde für diesmal um so mehr Abstand genommen, als sich der Ertrag dieser Einrichtung an Beiträgen als immer geringer herausstellte. Dagegen ging auf Anregung eines eifrigen Helfers, des cand. theol. Friedrich Schön, Lehrers an der Präparandenschule zu Mettmann, den Zeitungen unseres Arbeitsgebiets ein neuer Aufsatz zu, dessen Veröffentlichung wir eine kleine Flutwelle in den Eingängen verdanken. Unter den von ihr gebrachten Beiträgen befinden sich auch einige ältere Sammlungen, von welchen ein von dem verstorbenen Pfarrer Arenth zu Mürlenbach in der Eifel verfaßtes Wörterbuch hervorgehoben zu werden verdient, dem wir schon früher vergeblich nachgespürt hatten, und dessen Benutzung uns jetzt von der Aufbewahrungsstelle, dem Kloster der Congregatio Ss. Redemptoris zu Vaals in Holländisch-Limburg durch Vermittelung des hochwürdigen Hrn. P. Joseph Plum gestattet wurde. Es ergab 6—7000 Zettel.

Fortgefahren wurde mit der Verzettelung älterer Texte und neuerer Literatur, letzterer besonders aus Köln und dem Bergischen Lande.

Dagegen konnte die im letzten Bericht angekündigte Arbeit für eine Mundartengeographie bis jetzt nur wenig gefördert werden, abgesehen von einer dankenswerten Leistung des Seminarlehrers Peter Faszbinder zu Brühl, der die Diphthongierungsgrenze von *î*, *ü*, *û* sowie die Grenze zwischen *g* und *j* (für etymologisch *g*) durch eigene Aufnahmen von Ort zu Ort festgelegt und diese nebst anderen Grenzen auf einer sehr schönen, unserem Unternehmen zur Verfügung gestellten Karte hat einzeichnen lassen.

Der auf dem Archiv jetzt anwesende Bestand ist auf etwa 170000 Zettel mit Einzelwörtern und etwa 32000 Zettel aus den Fragebogen 1—6 zu beziffern.'

Die Zuversicht, daß es gelingen werde, das »**Grimmsche Wörterbuch**« in absehbarer Zeit zu würdigem Abschluß zu bringen, ist durch den Ertrag des verflossenen ersten Arbeitsjahres wesentlich gesteigert worden. Selbstverständlich war weder im vergangenen noch ist im kommenden Jahre zu erwarten, daß die neue Organisation sich schon im vermehrten Erscheinen von Lieferungen bewähren könne. Aber die Grundgedanken des neuen Arbeitsplanes, die Tätigkeit der Zentralsammelstelle in Göttingen und die Werbung neuer Mitarbeiter, haben sich vorläufig so vielversprechend bewährt, daß die Ausführbarkeit des akademischen Planes dadurch an guten Aussichten jedenfalls gewonnen hat.

Über die Arbeiten der Zentralsammelstelle in Göttingen hat ihr Leiter, Dr. Johannes Lochner, im Auftrage und nach den Anweisungen des außerakademischen Mitgliedes der Deutschen Kommission Hrn. Edw. Schröders mehrere ausführliche Berichte eingesendet, denen unter Verweis auf die vorjährigen eingehenden Darlegungen das Folgende entnommen sei:

Als 3. Assistent trat am 1. April 1909 Hr. Dr. phil. Friedrich Kammerer ein. Die Hilfsarbeiterin Frl. Heinemann gab ihre Tätigkeit mit dem 28. Februar 1909 auf; an ihre Stelle trat am 16. Juni Frl. Dora Ulrici. In der Zwischenzeit waren Hr. cand. phil. Köppen und Hr. Kandidat des höheren Lehramts R. Böhning je auf einige Tage aushilfsweise tätig. Der Personalbestand der Zentralsammelstelle wird wahrscheinlich noch um eine Hilfskraft vermehrt werden müssen; denn es war bisher nur bei angespannter Tätigkeit der vorhandenen Kräfte möglich, die laufenden Geschäfte notdürftig zu bewältigen.

Das Schwergewicht lag bisher in der Exzerpierarbeit. Im ganzen waren bisher beschäftigt 273 Exzerptoren; augenblicklich sind noch 181 tätig; beteiligt waren namentlich sämtliche im vorigen Jahres-

berichte genannten Universitäten. Eine große Anzahl von neu sich Meldenden mußte abgewiesen werden, da sonst die Sammelstelle des einlaufenden Materials nicht hätte Herr werden können. Vergeben sind bis zum 31. Dezember 1909 etwa 500 Autoren, etwa 2000 Bände; hiervon sind bereits völlig erledigt etwa 180 Autoren mit 1300 Bänden. Versendet wurden im ganzen etwa eine Million Zettel; eingelaufen sind bereits 526000 Zettel (Tagesdurchschnitt etwa 1100 Zettel). Das Ergebnis übertrifft den Voranschlag bei weitem und läßt erwarten, daß in längstens zwei Jahren der Zettelapparat der Sammelstelle wenigstens für das Gebiet der schönen Literatur allen billigen Ansprüchen genügen wird. Zur Erleichterung und Festigung des sehr zeitraubenden Außenverkehrs mit den Exzerptoren wurden Vorkehrungen getroffen (namentlich durch Regelung der Lieferungen und Zahlungstermine), die der Zentralsammelstelle zugleich mehr Luft schaffen werden zu den Arbeiten, durch die sie den Mitarbeitern direkt zu Hilfe kommen soll.

Diese Seite ihres Wirkens ist im ersten Jahre gegenüber den drängenden Ansprüchen des zuströmenden Materials noch zurückgetreten; sie soll aber mehr und mehr in den Vordergrund rücken. Zunächst wurde auf Wunsch der Mitarbeiter ein umfassendes Verzeichnis der lexikalischen Hilfsmittel (etwa 800 Titel) am 13. September 1909 an sämtliche Mitarbeiter abgesendet, auf Grund dessen ein genauer Arbeitsplan für die eigne Exzerpierungstätigkeit der Zentralsammelstelle entworfen werden konnte. An erster Stelle sind bisher ältere Glossarien und Wörterbücher berücksichtigt worden, mit einem Gesamtertrag von etwa 10000 Zetteln. — Ferner wurde zur Ausgleichung oder doch Milderung der redaktionellen und typographischen Ungleichheiten, die sich im Laufe der Jahre bei den verschiedenen Mitarbeitern eingeschlichen haben, ein neues Regulativ entworfen, das in den letzten Tagen des Dezember gedruckt an sämtliche Mitarbeiter versendet wurde. — An diese wurden bisher, abgesehen von einer großen Zahl kleinerer, auf besonderen Wunsch angelegter Sammlungen, 18 größere Materialsendungen verschickt (in Summa etwa 150000 Zettel). — Die sämtlichen Quellen, aus denen in diesen Sendungen Belege enthalten waren, wurden in einem großen ersten Quellenverzeichnis zusammengestellt, um den Mitarbeitern eine Übersicht über das ihnen zugegangene Material zu geben, eine gleichmäßige Art des Zitierens zu sichern, die zu benutzenden Ausgaben festzulegen usw. Auch auf die sehr zeitraubende Verifizierung und Umschreibung alter Zettel, auf den Nachweis ungenügender Zitate hat die Zentralsammelstelle viele Mühe verwendet.

In der Entwicklung dieses helfenden Verkehrs mit den Mitarbeitern sieht die Zentralsammelstelle ihre künftige Hauptaufgabe; sie wird

dieser Aufgabe um so mehr dienen können, je mehr die Zahl der Exzerptoren eingeschränkt werden kann, wozu der erste Anfang bereits gemacht ist.

In der Verteilung und Abgrenzung der Gebiete der einzelnen Mitarbeiter sind mehrere Verschiebungen eingetreten, wie denn zugleich die Zahl derselben beträchtlich gewachsen ist. Die Verhandlungen über G schweben noch. Von S (Dr. Meyer und Dr. Crome) ist die 7. Lieferung des Bandes X 2 im Druck. T wird Prof. Stosch nur bis zu *Ton* weiterführen; für den Abschluß des Bandes ist Dr. Dietrich von Kralik zu Wien ins Auge gefaßt worden. Die Bearbeitung der ersten Hälfte des U hat Hr. Prof. Dollmayr zu Wien bereits begonnen; für die zweite Hälfte des Buchstabens (von *Un-* an) hat Hr. Prof. Euling in Königsberg uns seine bewährte Kraft zugesagt. Für den Schluß des *Ver-* und einen Teil der *Vor*-Artikel sind auf den Wunsch Prof. Meiszners mit Hrn. Oberlehrer Dr. Leopold in Breslau Verabredungen getroffen, der durch seine Studien über die Partikel *ver-* für diese Wortgruppe besonders berufen schien. Den Rest des V hofft Prof. Meiszner jetzt wieder schneller zu fördern. Vom W hat Hr. Prof. von Bahder die 8. Lieferung des XIII. Bandes (*Wallung* bis *Wand*) erscheinen lassen. Der Abschnitt *Weh* bis *Wz*, der ursprünglich Hrn. Dr. Götze in Freiburg allein zugedacht war, ist, da der Abschnitt für einen Bearbeiter zu groß wäre, so geteilt worden, daß Prof. Sütterlin in Heidelberg den Schlußband von *Wil-* an übernommen hat; auch ihm hat Hr. von Bahder seine reichen Sammlungen zur Verfügung gestellt. Prof. Seedorf in Bremen, der Bearbeiter der ersten größeren Hälfte des Z, hofft schon in diesem Jahre mit dem Druck zu beginnen; voraussichtlich wird er nicht der einzige der neuen Helfer sein, für den das zutrifft. Für den Schluß des Z (von *zo-* an) ist Hr. Oberlehrer Dr. Rosenhagen in Hamburg ausersehen.

Die Deutsche Kommission darf diesen Bericht nicht schließen, ohne der Großherzoglich Badischen Regierung ihren warmen Dank dafür auszusprechen, daß sie den HH. Götze und Sütterlin durch Entlastung oder Beurlaubung die intensive Mitarbeit am Deutschen Wörterbuche eigentlich erst ermöglicht hat. Aber auch weiterhin hat sie zu danken: die Direktionen sowohl der Universitätsbibliothek zu Königsberg wie der K. u. K. Hofbibliothek zu Wien haben durch bereitwillige Unterstützung der von der Akademie beauftragten Herren dem Deutschen Wörterbuche wertvolle Hilfe geleistet. Bei der steten verständnisvollen und tatkräftigen Unterstützung zu verweilen, die die Deutsche Kommission auf der ganzen Linie ihrer Arbeiten dem vorgesetzten Ministerium, für das Deutsche Wörterbuch zumal dem Reichsamt des Innern, dankt, das entspricht nicht dem Brauche dieser Berichte.

Forschungen zur Geschichte der neuhochdeutschen Schriftsprache.

Bericht des Hrn. Burdach.

Der Stand der Arbeiten an dem Werk *Vom Mittelalter zur Reformation* ist der folgende. Vom ersten Teil der kritischen Edition des Briefwechsels des *Cola di Rienzo* (Herausgeber: K. Burdach und Paul Piur) ist der Text nebst kritischem Apparat und Anmerkungen (448 Seiten) im Reindruck fertig. Der Druck der Einleitung steht unmittelbar bevor. Vom zweiten Teil dieser Edition (*Urkundliche Quellen zur Geschichte Rienzos, Kommentar, Glossar*) ist der Satz bis zum Abschluß des Textes (14 Bogen) vorgerückt. — Von der kritischen Edition des *Ackermanns aus Böhmen* (Herausgeber: Alois Bernt und K. Burdach) ist der Text nebst kritischem Apparat sowie das umfängliche Glossar (10 Bogen) im Reindruck fertig, der von Hrn. Prof. Alois Bernt (Leitmeritz) verfaßte Teil der Anmerkungen im Manuskript abgeschlossen. — Von dem Bande *Ein schlesisch-böhmisches Formelbuch in lateinischer und deutscher Sprache aus der Wende des 14. Jahrhunderts* ist der Satz gediehen bis zum Ende der deutsch-lateinischen Texte nebst Anmerkungen.

Die Arbeit kam langsamer vorwärts als erwartet werden mußte, weil im Laufe des verflossenen Jahres ihr Ziel mannigfach, namentlich für die erklärenden Anmerkungen, weiter gesteckt wurde. Insbesondere verzögerte das Fortschreiten der Redaktion und der Drucklegung des ersten Rienzobandes auch der Umstand, daß die Kraft des Assistenten und Mitherausgebers Hrn. Dr. Piur zeitweise völlig abgelenkt wurde durch die erst nachträglich während des Berichtsjahres als notwendig sich herausstellende umfassendere Berücksichtigung der äußerst schwierigen und verderbten Texte des von Rienzo benutzten *Oraculum angelicum Cyrilli* sowie des umfangreichen alten Kommentars zu diesem. Die vollständige Herausgabe dieses Kommentars erwies sich erst jetzt als wünschenswert und möglich, nachdem auf Grund von einer Berliner und vier Pariser Handschriften an Stelle des bisher allein bekannten Nonsens im wesentlichen ein klarer Sinn des Orakels erreichbar wurde. Bei der Kollation der zum Teil recht unbequemen Pariser Handschriften leistete Hr. Max Voigt auf großen Strecken genau und sachkundig Beistand.

Hr. Dr. Paul Piur verließ am 1. Oktober 1909 seine Stelle als Assistent für die akademischen Arbeiten des Berichterstatters, in der er diesen seit Ende Mai 1904 mit ersprießlicher Umsicht und stets wachsender wissenschaftlicher Tüchtigkeit unterstützt hat, und trat in den städtischen Schuldienst als ordentlicher Lehrer an der Oberrealschule zu Charlottenburg. Ein Ersatzmann ließ sich bisher für ihn

leider nicht finden. — Die Bearbeitung des Glossars zum Rienzobriefwechsel übernahm an Stelle des früher damit Beauftragten, der durch die Ansprüche seines Schulamts zum Verzicht sich genötigt sah, Hr. Dr. Arthur Müller.

Für die Fortsetzung des Werkes, vornehmlich für zwei Bände (kritische Ausgabe des Briefwechsels Petrarcas mit deutschen Zeitgenossen, kritische Ausgabe der Briefe Karls IV. und Johanns von Neumarkt) stehen weitreichende, zum Teil dem Abschluß nahe Vorarbeiten für die Konstitution eines gereinigten Textes zur Verfügung, die Hr. Dr. Piur im Laufe seiner Tätigkeit als Assistent des Berichterstatters unter dessen Leitung und auf der Grundlage der von diesem 1897—1899 gesammelten handschriftlichen Materialien in Anlehnung an des Genannten frühere wie spätere Untersuchungen fertiggestellt hat. Neuerdings hat auch Hr. Max Voigt aus unbenutzten Handschriften sehr interessante Briefe italienischer Humanisten an Karl IV., die bisher völlig unbekannt waren, beigesteuert für einen der späteren Bände, dem gleichfalls bereits die Sorge des Hrn. Dr. Piur zugute gekommen ist.

In Vorbereitung befindet sich als ein Teil desselben Werkes eine kritische Ausgabe der Prosawerke Heinrichs von Mügeln, die Hr. Gymnasialoberlehrer Dr. Victor Dollmayr (Wien) unter Mitwirkung des Berichterstatters bearbeiten wird.

Die Arbeit für eine umfassende Darstellung der Sprache des jungen Goethe hatte Hr. Gymnasialoberlehrer Dr. Heinrich Anz auf der Grundlage des 1881 abgeschlossenen Manuskripts einer von Wilhelm Scherer mit dem Preis der Grimmstiftung ausgezeichneten Preisschrift des Berichterstatters Ostern 1905 aufgenommen und in ständiger Fühlung mit diesem trotz verschiedenartigen äußeren Hemmungen, seit dem Sommer 1907 in dem rein mechanischen Teil der Verzettlung durch eine jüngere, besoldete Kraft unterstützt, rüstig gefördert. Indem er zunächst das alte vom Berichterstatter gesammelte und verarbeitete Material aus den nach 1881 bekannt gewordenen Goethischen Texten ergänzte, sodann aber auch für jene grammatischen und einige an das Stilistische grenzende Kategorien, die neu in die Behandlung einbezogen werden sollen, nochmals den gesamten Bestand der Dichtungen und Briefe des jungen Goethe planmäßig ausschöpfte, hat er — unter Ausschluß alles rein Stilistischen — ein ungemein wertvolles Material zur Geschichte der modernen deutschen Sprache von rund 22500 Zetteln zusammengebracht, die, in zwei Kasten nach den vom Berichterstatter bestimmten Kategorien geordnet (jeder mit dem Erscheinungs- oder Entstehungsjahr der Quelle versehen), sämtliche sprachliche Erscheinungen nach Wortform und syn-

taktischer Bedeutung verzeichnen. Die ertragreiche, mühevolle Hingebung des Dr. Anz verdient um so lebhafteren Dank und um so wärmere Anerkennung, als sie aus wissenschaftlichem Interesse für die Sache und für die vor Jahrzehnten geleistete, seitdem nur in gelegentlichen kleineren Publikationen fortgeführte Arbeit des Berichterstatters ohne jede materielle Entschädigung erfolgte neben der pflichttreuen Erfüllung eines gewiß nicht leichten Schulamts.

Humboldt-Stiftung.

Bericht des Hrn. Waldeyer.

Die Humboldt-Stiftung hat den am 23. Dezember 1909 erfolgten Tod ihres Kuratorialmitgliedes und Schatzmeisters Hrn. E. von Mendelssohn-Bartholdy Exzellenz zu beklagen.

Im abgelaufenen Jahre erschienen:

I. Als weitere Ergebnisse der Planktonexpedition:

Bd. 3. Lh: Die Tripyleen Radiolarien: 6. Schmidt, Wilhelm J., Castanellidae. 7. Borgert, A., Phaeodinidae, Caementellidae und Cannorrhaphidae. 8. Borgert, A., Circoporidae. 9. Borgert, A., Cannosphaeridae.

Bd. 4. Mc: Apstein, C., Die Pyrocysteen. Kiel und Leipzig 1908—1909.

II. Schultze, Leonhard, Zoologische und anthropologische Ergebnisse einer Forschungsreise im westlichen und zentralen Südafrika, ausgeführt in den Jahren 1903—1905. Bd. 1, Lief. 2. Bd. 3, Jena 1908—1909. (Denkschriften der Medicinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena, Bd. 13. 15.)

III. Volz, Wilhelm, Die Bevölkerung Sumatras. Vortrag. Braunschweig 1909. Sonder-Abdr. aus dem »Globus«. Bd. 95, N. 1 und 2.

Derselbe, Die geomorphologische Stellung Sumatras. Leipzig 1909. Sonderabdr. aus der Geographischen Zeitschrift. Bd. 15. Heft 1.

Derselbe, Jungpliozänes Trockenklima in Sumatra und die Landverbindung mit dem asiatischen Kontinent. Stuttgart 1909. Sep.-Abdr. aus »Gaea« 1909, Heft 7/8.

Derselbe, Nordsumatra. Bericht über eine im Auftrage der Humboldt-Stiftung der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften in Berlin in den Jahren 1904—1906 ausgeführte Forschungsreise. Bd. 1. Die Batakländer. Berlin 1909.

Hrn. Leonhard Schultze, Professor der Geographie in Jena, wurden 4000 Mark zur Beendigung der Herausgabe seines oben angeführten Reisewerkes bewilligt. Das Kapital der Stiftung hat sich um rund 47000 Mark vermehrt, welche von den Sammlungen für die Humboldt-Denkmäler erübrigt worden waren.

Für das Jahr 1910 stehen rund 9000 Mark zur Verfügung.

Savigny-Stiftung.

Bericht des Hrn. Brunner.

I. Vom Vocabularium Jurisprudentiae Romanae ist Faszikel III, 1 (habeo — idem, von Hrn. Hesky begonnen, von Hrn. Kübler vollendet) bis zum letzten Bogen gedruckt, so daß das Heft voraussichtlich im Januar oder Februar 1910 erscheinen wird. Von Faszikel V, 1 (r — si, von Volkmar bearbeitet) sind die ersten fünf Bogen gedruckt. Das Manuskript des Restes ist abgeliefert. Faszikel II, 2 (doceo — ex) ist im Manuskript beinahe vollendet. Der Druck dieses von Hrn. Grupe bearbeiteten Heftes soll sofort nach dem Erscheinen von V, 1 beginnen. Um für die ausgeschiedenen HH. Brassloff und Hesky Ersatz zu schaffen, sind Verhandlungen mit zwei jüngeren Berliner Juristen eingeleitet worden.

II. Zum Zweck der Neubearbeitung von Homeyers »Deutschen Rechtsbüchern des Mittelalters« hat Hr. Borchling im Oktober 1909 die Rechtsbücher-Handschriften in Prag, Wien, Graz, Breslau, Görlitz, Dresden und Leipzig durchgearbeitet. Über die Ergebnisse seiner Reise hat er einen eingehenden Bericht eingesendet. Die Tatsache, daß dieser Bericht nicht nur eine Anzahl neuer Nummern beibringt, sondern auch mehrere bei Homeyer verzeichnete Handschriften als verschollen oder als verloren vermerken muß, liefert den Beweis, wie dringend die Neubearbeitung des Homeyerschen Verzeichnisses ist, um den Bestand der Rechtsbücher-Handschriften in Evidenz zu halten. Für Ostern 1910 ist von Hrn. Borchling die Erledigung der minder umfangreichen Sammlungen in Kassel, Gotha, Halle, Naumburg, Grimma, Zwickau und Olmütz, von Hrn. Julius Gierke eine Reise nach München und anderen süddeutschen Städten in Aussicht genommen.

Bopp-Stiftung.

Bericht der vorberatenden Kommission.

Die Königliche Akademie der Wissenschaften hat am 16. Mai 1909 den Jahresertrag der Bopp-Stiftung in Höhe von 1350 Mark dem Privatdozenten an der Universität Königsberg, Hrn. Dr. Julius von Negelein, zur Herausgabe der Atharvaveda-Pariśiṣṭa verliehen.

Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung.

Jahresbericht des Curatoriums für 1909.

Aus den im Jahre 1909 verfügbar gewordenen Stiftungserträgnissen sind bewilligt worden:

6000 Mark zur Fortführung des Wörterbuchs der deutschen Rechtssprache;

4000 Mark zur Fortführung der Ausgabe der ältesten griechischen christlichen Schriftsteller, und

1000 Mark als erste Rate einer Nebenbewilligung für dieses Unternehmen zum Zweck der photographischen Reproduction von Handschriften (Catenen-Photographien);

4000 Mark zur Fortsetzung der Bearbeitung einer Prosopographie der römischen Kaiserzeit, Jahrh. IV—VI;

4000 Mark als vierte Rate für die Herausgabe des Voeltzkow-schen Reisewerks;

1000 Mark als zweite Rate der Beihülfe zur Herausgabe einer topographischen Karte des westlichen Kleinasiens von Prof. A. Philippson.

Über den Fortgang der Arbeiten der Kirchenväter-Commission und der Commission für das Rechtswörterbuch berichten die hier folgenden Anlagen I und II.

Von dem Voeltzkow'schen Reisewerk sind im Lauf des Jahres gedruckt und einzeln ausgegeben worden Heft 4 von Band II (Zoologie, systematische Arbeiten) und Heft 2 von Band IV (Anatomie und Entwicklungsgeschichte), mehrere andere Hefte befinden sich unter der Presse. Die Ausgabe des vollständigen Bandes II steht unmittelbar bevor.

Von der Philippson'schen topographischen Karte sind 2 der 6 Blätter im Stich nahezu fertiggestellt, 2 andere weit vorgeschritten, die 2 letzten angefangen. Für die Veröffentlichung des Textes der Reiseergebnisse und der geologischen Karte ist ein Abkommen mit der Verlagsanstalt J. Perthes in Gotha getroffen worden, durch welches diese Veröffentlichung ohne weitere Belastung der Stiftung sichergestellt wird. Der Text wird in einer Reihe von Ergänzungsheften zu »Petermann's Mittheilungen« erscheinen, und zwar jeweils die Darstellung eines Theilgebiets nach Fertigstellung des betreffenden Kartenblatts, das sowohl in der geologischen als auch in einem Sonderdruck der topographischen Ausgabe dem Hefte beigefügt wird.

Die im Curatorium durch den Tod des Hrn. Pischel entstandene Lücke hat durch Zuwahl des Hrn. Erman für den Rest der laufenden Geschäftsperiode in der Sitzung des Curatoriums am 8. Juli 1909 ihre Ausfüllung erhalten.

Anl. I.

Bericht der Kirchenväter-Commission für 1909.

Von Hrn. Harnack.

1. Ausgabe der griechischen Kirchenväter.

Ausgegeben wurden zwei Bände, nämlich:

der Einleitungsband zur Kirchengeschichte des Eusebius (hrsgeg. von Schwartz),

der dritte Band der Werke des Clemens Alex. (hrsgeg. von Stählin).

Im Januar 1910 wird erscheinen die Apokalypse des Esra (hrsgeg. von Violet).

Im Druck befinden sich die Chronik des Eusebius nach dem Armenier (hrsgeg. von Karst) und die Kirchengeschichten des Theodoret, Philostorgius, Sokrates und Sozomenus (hrsgeg. von Bidez und Parmentier).

Die Drucklegung des Werks des Origenes Περὶ ἀρχῶν (Koetschau) steht bevor.

Eine größere Unterstützung erhielt Hr. Helm für eine Reise nach Paris (Hieronymus' Chronik), Hr. von Soden für die Untersuchung italienischer Bibliotheken (Handschriften der vorkonstantinischen Väter); für Photographien von Handschriften der Kirchenhistoriker des 5. Jahrhunderts wurden über 1000 Mark verausgabt.

Von dem »Archiv für die Ausgabe der ältesten christlichen Schriftsteller« wurden sieben Hefte ausgegeben, nämlich:

Bd. III (XXXIII) Heft 1—4: von Soden, Das lateinische Neue Testament in Afrika z. Z. Cyprians.

Bd. IV (XXXIV) Heft 2a: Hautsch, Die Evangeliencitate des Origenes.

Bd. IV (XXXIV) Heft 2b: Schermann, Griechische Zauberpapyri und das Gemeinde- und Dankgebet im I. Klemensbrief.

Bd. IV (XXXIV) Heft 3: Reichardt, Die Briefe des Sextus Julius Africanus an Aristides und Origenes.

2. Prosopographia imperii Romani saec. IV—VI.

Die Arbeiten gingen in ordnungsgemäßer Weise fort.

Hr. Jülicher, der Leiter der kirchengeschichtlichen Abteilung, berichtet: In der kirchengeschichtlichen Abteilung sind während des Jahres 1909 die Vorarbeiten, 1. Auszüge aus neu erscheinenden, aber bisher nicht herangezogenen Quellenwerken und 2. die Verarbeitung der Einzelzettel zu Übersichten über das Material der größeren Artikel,

fortgesetzt worden. Mit der abschließenden Gestaltung der Artikel muß gewartet werden, bis die — für 1910 in Aussicht gestellten — Exzerpte aus den Acta Sanctorum eintreffen; auch werden nunmehr die endgültigen Vereinbarungen über die äußere Form der zu veröffentlichenden großen Artikel — bei den zahllosen kleinen war die Entscheidung nicht schwierig — getroffen werden können. In erfreulicher Weise hat unsere Sammlung anderen Forschern, die teils bestimmte Fragen stellten, teils sich Zettel zur Einsicht ausbaten, Dienste leisten können. Wir wünschen, daß derartige Nachfragen in Zukunft noch häufiger werden, weil auf diese Weise die Prosopographie schon vor ihrer Vollendung bzw. Veröffentlichung allgemein wissenschaftliche Interessen fördert.

Hr. Seeck, der Leiter der profangeschichtlichen Abteilung, berichtet: Für die Prosopographie der christlichen Kaiserzeit ist die Bibliothek des Photius von Schlabritzky, des Johannes Lydus von Sandor, des Bedjan von Nestle exzerpiert worden. Die Auszüge aus den lateinischen und griechischen Inschriften werden fortgesetzt und nähern sich ihrem Abschluß. Ich selbst habe einen Teil der Artikel niedergeschrieben und im Anschluß daran im Rhein. Mus. 63 eine Abhandlung über das Leben des Dichters Optatianus Porphyrius veröffentlicht, die als Vorarbeit für die Prosopographie dienen soll.

Anl. II.

Bericht der Kommission für das Wörterbuch der deutschen Rechtssprache, für das Jahr 1909.

Über den Fortgang des Unternehmens berichtet die folgende Mitteilung des Hrn. Schroeder. Eine Sitzung der Kommission hat in diesem Jahre nicht stattgefunden.

Brunner.

Der Zuwachs an Zetteln war in dem abgelaufenen Jahre erheblich größer als im Vorjahre. Wir erfreuten uns nicht nur der österreichischen Beiträge in gewohnter Fülle, sondern auch einer reichen Sendung aus der Schweiz, dank den besonderen Bemühungen unserer Kommissionsmitglieder Frhr. von Schwind und Prof. Eugen Huber. Außerdem wurde uns besonders ausgiebige Hilfe in Leipzig und München zuteil, wo Privatdozent Dr. Max Rintelen (jetzt Professor in Prag) und Privatdozent Dr. Claudius Frhr. von Schwerin tatkräftig für die Zwecke des Wörterbuchs warben und wirkten.

Teils durch Einsendung gelegentlicher Funde, teils durch Mitteilung einschlägiger Aufsätze usw. wurde unser Unternehmen in dankens-

werter Weise durch folgende Herren gefördert: Amtsrichter a. D. Beck in Ravensburg, Karl Christ in Ziegelhausen, Prof. Dr. Max Conrat in Heidelberg, Prof. Dr. Ehrismann in Greifswald, Privatdozent Dr. F. Fehling in Heidelberg, Prof. Dr. Franck in Bonn, Dr. A. Gál in Wien, Archivar Gümbel in Nürnberg, Oberst a. D. Frhr. von Guttenberg in Steinenhausen, Prof. Dr. Valentin Hintnes in Wien, Privatdozent Dr. R. Jordan in Heidelberg, Prof. Dr. Kahle in Heidelberg, Prof. Dr. Kluge in Freiburg, Privatdozent Dr. Paul Merker in Leipzig, Archivkonzipist Dr. Ignaz Nösslböck in Graz, Dr. iur. Lambert Graf von Oberndorff in Heidelberg, Prof. Dr. Pagenstecher in Lausanne, Prof. Dr. Kurt Perels in Hamburg, Prof. Dr. Max Rintelen in Prag, Oberlandesgerichtsrat Dr. K. Schneider in Stettin, Dr. Hans Schulz in Freiburg i. B., Prof. Dr. Sillib in Heidelberg, Privatdozent Dr. Frhr. von Schwerin in München, Dr. Armin Tille in Dresden, Prof. Dr. Uhlirz in Graz, Geheimrat Prof. Dr. Vogt in Marburg, Privatdozent Dr. Wätjen in Heidelberg, Geheimerat Prof. Dr. Wille in Heidelberg, Dr. Friedrich von Wöss in Wien.

Als fertiggestellte Wortartikel sind die eine sehr große Gruppe umfassenden Artikel der »Acht«-Reihe von Dr. von Künssberg hervorzuheben. Weitere Artikel sind in Vorbereitung.

Durch Güte des Hrn. L. R. Telting, Richter in Rotterdam, konnten dem Wörterbucharchive weitere höchst wertvolle Beiträge aus dem Nachlaß seines für die Wissenschaft viel zu früh verstorbenen Bruders Dr. A. Telting einverleibt werden. Sie enthielten teils Fortsetzungen aus dem Landrecht von Twenthe und dem Ontwerp van het Stadrecht van Kampen, teils Exzerpte aus einer overijsselschen Rechtsquelle.

Ständige Hilfsarbeiter blieben dieselben wie bisher. Für die Handbibliothek sind weitere Anschaffungen gemacht worden sowie einige Schenkungen eingegangen. Für die Zwecke des Archives wurde ein neuer großer Schrank aufgestellt.

Heidelberg, den 23. Dezember 1909.

Schroeder.

Verzeichnis der im Jahre 1909 ausgezogenen Quellen.

(Die Beiträge der schweizerischen Kommission sind mit *, die des österreichischen Komitees mit ** bezeichnet.)

*Abhandlungen des historischen Vereins zu Bern. 2. 3 9. (teilweise): Dr. von Tscharner.

Abhandlungen zum schweizerischen Recht. 1.–6., 10.–13., 30.: jur. Heinrich Mitteis, Leipzig.

**Acta Tirolensia 3. (Bauernkrieg 1525): Dr. Bilger.

Alemannia. NF. 3. 4.: Dr. Weiss, Eberbach.

Althochdeutsche Glossen. II. III. IV. (erledigt): Dr. von Künssberg.

Altdeutsche Predigten, hrsg. von Schönbach: phil. Adolf Kastner, Pforzheim.

von Amira, Stab in der germanischen Rechtssymbolik: Dr. von Künssberg.
Baden, Landesordnung. 1715: phil. Hans Mayer, Rüppurr.
Baden, Landrecht. 1622: phil. Hans Mayer, Rüppurr.
*Basel, Urkundenbuch. 4.: jur. Hünerwadel und E. Brenner, Bern.
Baumann, Quellen zur Geschichte des Bauernkrieges: phil. Hans Mayer, Rüppurr.
Bavarus, Poetischer neuer Prozeß. 1629: jur. Kurt Ahnert, Leipzig.
Bayern, Gerichtsordnung. 1520: M. Schneid, München.
Bayreuth, Landbuch (Arch. f. Oberfranken. 22.): Dr. von Künssberg.
Beier. Vom Schelten der Handwerker. 1689. Der Handwerksgesell. 1690. Vom Meister. 1692. Von Meistersöhnen. 1695: phil. A. Kastner.
**Beiträge zur Geschichte, Statistik usf. von Tirol. 1825—34: Dr. Bilger.
Beiträge zur Rechtsgeschichte Tirols. 1904: Dr. von Künssberg.
Bergheim. Urkundenbuch (Quellenschriften zur elsässischen Kirchengeschichte. I.): phil. A. Kastner.
**Böhmen, Landesordnung. 1627: jur. Beyer und Krusche, Wien.
Carlebach, Badische Rechtsgeschichte. I.: phil. Mayer, Rüppurr.
Chronik von Kaiserslautern. 1905: phil. Mayer, Rüppurr.
Codex traditionum Westfalicarum. I—VI.: Rechtspraktikant W. Diess, München.
Darstellungen und Quellen zur schlesischen Geschichte. 9.: Privatdozent Dr. Leopold Perels.
Drübeck, Urkundenbuch (Geschichtsquellen der Provinz Sachsen. 5.): Dr. Elsässer, Konstanz.
Endinger Judenspiel, hrsg. von Amira. 1883: G. Frf. von Schwerin, München.
Erbach, Landrecht. 1520: phil. Hans Mayer, Rüppurr.
Fecht, Die Gewerbe der Stadt Zürich im Mittelalter. 1909: Frau Frida Schroeder.
*Farnsburg, Urbar (Basler Zeitschr. f. Geschichte. 8.): stud. von Bergen.
*Fontes rerum Bernensium. 8. Bd.: stud. G. Zeller.
Freyberg, Sammlung historischer Schriften. III.: phil. A. Kastner, Pforzheim.
Froning, Drama des Mittelalters. 3 Bde.: Rechtspraktikant A. Globerger, München.
Garz, Stadtbuch (Quellen zur Pommerschen Geschichte. 1.): Privatdozent Dr. Paul Merker, Leipzig.
Genesis, Altsächsische (Neue Heidelberger Jahrbücher. 4.): Dr. von Künssberg.
*Geschichtsfreund der 5 Orte. 47.: stud. O. Steiger.
Geschichtsquellen der Provinz Sachsen. 11.: phil. Hans Mayer, Rüppurr.
Glosse zum sächsischen Weichbildrecht: Dr. Bilger.
Gobler, Gerichtlicher Prozeß. 1536: jur. Rössner, München.
Göttinger Statuten, hrsg. von v. d. Ropp: P. Thorn, Stuttgart.
Graf und Dietherr, Rechtssprichwörter: J. Berger und von Künssberg.
Grimmelshausen, Simplizissimus: phil. Schott und Stefl, München.
Halberstadt, Urkundenbuch des Stifts St. Bonifacii und des Stifts St Pauli. 1881: phil. Thorn, Stuttgart.
Halle, Schöffenbücher. 1. 2.: jur. F. Eberle, München.
Hanssen, Agrarhistorische Abhandlungen. 1. 2.: Dr. von Künssberg.
Heyne, Hausaltertümer. II. Das altdeutsche Handwerk: Dr. Bilger.
Hintner, Die Gsiesser Namen. 1909: Dr. von Künssberg.
Historische Volkslieder, gesammelt von Liliencron: Dr. A. Elsässer, Konstanz.
Hohenfurter Benediktinerregel (Zeitschr. f. deutsches Altertum, 13.): Dr. Bilger.
Hoyer, Urkundenbuch. I.: jur. Steinbeck und Zittwitz, Leipzig.
Hugo von Trimberg, Der Renner: phil. O. Rusch, Berlin.
Inventare des Frankfurter Stadtarchivs. 4.: Dr. von Künssberg.
*Jann, Landrecht. 1510: jur. Blumenstein, Bern.
Jülich-Berg, Landtagsakten, I.: jur. Kurt Ahnert, Leipzig.
Kern, Hofordnungen des 16. und 17. Jahrhunderts. 1. 2.: phil. A. Kastner, Pforzheim.
**Klun, Archiv für Landesgeschichte von Krain. 3 Hefte, 1852—54: Dr. Ernst Frhr. von Müller, Klagenfurt.
Th. Knapp, Bauernentlastung in Württemberg (Württ. Jahrbb. 1907): Frau Ida Berger
H. Knapp, Würzburger Zenten. I.: jur. G. Obermayer, München.
Köln, Zunfturkunden. 1. 2.: Thorn, Stuttgart.
Königer, Sendquellen Deutschlands: Privatdozent Dr. Königer, München.
Konstanzer Häuserbuch. II. Bd., 1. Hälfte. 1908: Frau Ida Berger.

Kurpfälzisches Hagestolzenrecht (Neue Heidelberger Jahrbb. 12.): phil. A. Kastner, Pforzheim.
**Leitmeritz, Stadtrecht (Mitteilungen des Vereins f. Geschichte der Deutschen in Böhmen. 42.): Dr. Franz Zankl, Korneuburg.
Libri feudorum. 1. Übersetzt von Pflantzmann: jur. Ahnert, Leipzig. 2. Übersetzt von Weidmann: jur. Steinbeck, Leipzig.
Liedersaal, hrsg. von Laßberg: phil. Hans Mayer, Rüppurr.
Magdeburg, Urkundenbuch des Klosters Unser lieben Frauen. 1878: Thorn, Stuttgart.
Magdeburg, Schöffensprüche, hrsg. von Friese und Liesegang. I.: jur. Heinrich Mitteis, Leipzig.
Marienrode, Urkundenbuch. 1859: Dr. A. Elsässer, Konstanz.
E. Mayer, Italienische Verfassungsgeschichte. 1909: Dr. von Künssberg.
G. L. von Maurer, Einleitung zur Geschichte der Mark-, Hof-, Dorf- und Stadtverfassung: Dr. von Künssberg.
Mecklenburgische Geschichtsquellen. I.: phil. A. Kastner, Pforzheim.
Mitteilungen des historischen Vereins der Pfalz. 1870—74, 1899—1904, 1907: Dr. Simon Höpfl, München.
Mone, Altdeutsche Schauspiele. 1841: phil. A. Kastner, Pforzheim.
Monsee fragments, ed. Hench. 1891: Dr. von Künssberg.
Monumenta Boica. 11. 12. 13. 16.: Rechtspraktikant W. Diess, München.
Monumenta Castellana. 1890: Dr. Simon Höpfl, München.
Monumenta Germaniae historica. Concilia II.: Privatdozent Dr. Leopold Perels.
Moser, Kreisabschiede (fortgesetzt): Dr. P. Kirschner, Karlshorst bei Berlin.
Neue Mitteilungen des Thür.-Sächs. Vereins. 14. 15.: B. Haas, München.
**Niederösterreich, Landrechtsentwurf. 1599: jur. Hermann Frühe, Wien.
**Niederösterreich, Lehnstraktat. 16. Jahrhundert: H. Frühe.
Nymwegen, Stadrechten: Amtsrichter Dr. Boden, Hamburg.
Nordpfälzische Geschichtsblätter: phil. Hans Mayer, Rüppurr.
Nürnberg, Polizeiordnungen aus dem 13.—15. Jahrhundert: Rechtspraktikant A. Globerger, München.
Oberndorff, L. Graf von, Das vom Landesherrn oder von Staats wegen erteilte Moratorium. Greifsw. Diss. 1905: Schroeder.
**Oberösterreich, Landrechtsordnung. 1535: jur. Hermann Frühe, Wien.
**Österreichische Weistümer. Bd. 9 (begonnen): Thorn, Stuttgart.
**Peterka, Gewerberecht Böhmens im 14. Jahrhundert: Dr. von Künssberg.
Pforzheim, Urkunden des Stadtarchivs, hrsg. von Korth. 1899: phil. A. Kastner, Pforzheim.
**Prinosi za Pravno-Povjestni Rječnik (Beiträge zum kroatischen Rechtswörterbuch), hrsg. von der Südslawischen Akademie, Agram (soweit erschienen): Dr. Bilger.
Quellen zur Pommerschen Geschichte. II.: Privatdozent Dr. P. Merker, Leipzig.
P. Rehme, Lübecker Grundhauern: Schroeder.
Reuter, Schellmuffsky: phil. G. Schott, Marburg.
Rostock, Weinbuch. 1908: Dr. von Künssberg.
*Sammlung Schweizerischer Rechtsquellen. St. Gallen, Toggenburg: jur. E. Segesser.
**St. Pölten, Urkundenbuch: Dr. Rudolf Zankl, Korneuburg.
Schambogen, Praelectiones. 1696: Balthasar Haas, München.
Schlettstädter Stadtrecht (Fortsetzung): Dr. Herrmann, Heidelberg.
Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees. 28.: jur. Cäsar Kinkelin, Leipzig.
**Schumi, Archiv für Heimatkunde. 2 Bde.: Dr. Ernst Frhr. von Müller, Klagenfurt.
Schweizerisches Idiotikon. 3. 4. 6.: Dr. von Künssberg.
Siewert, Pfandzins- und Strohwischrecht. 1802: Schroeder.
Steinfurt, Lehnbuch, hrsg. von Döhmann: Dr. Simon Höpfl, München.
F. Stieve, Der oberösterreichische Bauernaufstand: Dr. Höpfl.
F. Varrentrapp, Rechtsgeschichte der gemeinen Marken in Hessen: F. Varrentrapp, Marburg.
Vocabularius juris utriusque. 1508: Prof. Dr. Max Conrat, Heidelberg.
F. Vogt, Bedeutungswandel des Wortes 'edel': Dr. von Künssberg.
Wätjen, Die Niederländer im Mittelmeergebiet: Dr. von Künssberg.

Westfälisches Urkundenbuch, Bd. 4. 6. 7. 8 nebst Additamenta: Stud. iur. E. Molitor und A. Westriek, Münster, Seminar His.
Winhoff, Landrecht van Averijssel: A. Telting.
**Zeitschrift des Ferdinandeums. 1835—1846: Dr. Bilger.
Zeitschrift für Rechtsgeschichte. 1900. 1908: Dr. von Künssberg.
Zeitschrift für Schleswig-Holsteinische Geschichte. 1908: Dr. von Künssberg.
Zeitschrift für deutsche Wortforschung. 1909: Schroeder.

Akademische Jubiläums-Stiftung der Stadt Berlin.

Bericht des Hrn. Diels.

Zu Anfang des abgelaufenen Kalenderjahres konstituierte sich das Kuratorium der Stiftung für die vierjährige Periode 1909—1912 statutengemäß neu. Außer dem Oberbürgermeister der Stadt Berlin, der dem Kuratorium als dauerndes Mitglied angehört, wurden von der Akademie neu gewählt: die Sekretare HH. Diels und Waldeyer, die Mitglieder HH. von Schmoller und Planck. Zum Vorsitzenden für diese Periode, in der die Beträge der Stiftung stiftungsgemäß den Fächern der philosophisch-historischen Klasse zur Verfügung gehalten werden, wurde Hr. Diels, zum Stellvertreter Hr. Waldeyer gewählt. Die Entscheidung über die Verwendung der Erträgnisse der Stiftung findet erst im letzten Jahre des Quadrienniums statt.

Im abgelaufenen Jahre ist die wissenschaftliche Bearbeitung der von der Trinilexpedition der Frau Prof. Selenka hierher eingelieferten Fundstücke wesentlich gefördert worden. Hr. Prof. Dr. Blanckenhorn (Berlin) hat die Herausgabe des geplanten Werkes, welches voraussichtlich noch im Jahre 1910 erscheinen wird, übernommen.

Schliesslich wurde über die seit dem Friedrichs-Tage 1909 (28. Januar) bis heute unter den Mitgliedern der Akademie eingetretenen Personalveränderungen Folgendes berichtet:

Die Akademie verlor durch den Tod das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Theodor Wilhelm Engelmann; das auswärtige Mitglied der philosophisch-historischen Classe Henri Weil in Paris; das Ehrenmitglied Friedrich Kohlrausch in Marburg; die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe Julius Thomsen in Kopenhagen, Georg von Neumayer in Neustadt a. d. Haardt, Simon Newcomb in Washington und Ludwig Mond in London; die correspondirenden Mitglieder der philosophisch-historischen Classe Max Heinze in Leipzig, Robert von Schneider in Wien, Wilhelm Ahlwardt in Greifswald und Ludwig Friedländer in Strassburg.

Neu gewählt wurden zum ordentlichen Mitglied der philosophisch-historischen Classe Heinrich Lüders; zu correspondirenden Mitgliedern der physikalisch-mathematischen Classe Wilhelm Körner in Mailand, Ludwig Mond in London, Philipp Lenard in Heidelberg, Giacomo Ciamician in Bologna, Theodore William Richards in Cambridge, Mass., Albert Ladenburg in Breslau und Roland Baron Eötvös in Budapest; zu correspondirenden Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe Maurice Holleaux in Athen, Harald Hjärne in Uppsala und Pio Rajna in Florenz.

Ausgegeben am 3. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1910.

VI.

3. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

*1. Hr. Zimmermann las über die Ermittlung der Knickfestigkeit von Rahmenstäben.

Es wird gezeigt, wie sich die Aufgabe für den Fall in einfacher Weise streng lösen lässt, wo nur an den Enden des Stabes Querverbindungen vorhanden sind, und die Knickbedingung hierfür wird in entwickelter Form angegeben.

2. Hr. Engler überreichte das 40. Heft des Werkes »Das Pflanzenreich«: Papaveraceae-Hypecoideae et Papaveraceae-Papaveroideae von Friedrich Fedde. Leipzig 1909.

Ausgegeben am 10. Februar.

1910.
VII.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

3. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Harnack las über das ursprüngliche Motiv der Abfassung von Märtyrer- und Heilungsacten in der Kirche.

Es wird gezeigt, dass die alten Märtyreracten, d. h. die im vordiocletianischen Zeitalter niedergeschriebenen, nicht Diatriben sind, sondern Urkunden sein wollen und sind, um die Wahrheit und Legitimität der Kirche zu erweisen. Sie treten also für das Bewusstsein der Kirche neben das Neue Testament. Die Spärlichkeit der alten, gleichzeitigen Martyrien erklärt sich aus den hohen Anforderungen, die man an ihre Abfassung stellte. Mutatis mutandis ist das Motiv zur Abfassung der alten Heilungsacten dasselbe wie bei den Märtyreracten gewesen.

2. Hr. F. W. K. Müller legte eine Abhandlung des correspondirenden Mitgliedes Hrn. Vilhelm Thomsen in Kopenhagen vor, betitelt: »Ein Blatt in türkischer Runenschrift aus Turfan«. (Ersch. später.)

Diese Arbeit giebt die Transscription und die Übersetzung eines von der Kgl. Preussischen Expedition in Turfan aufgefundenen Manuscriptblattes in türkischer Runenschrift. Der Inhalt ist »ein Stück mystisch-magischer Mineralogie von ähnlicher Art wie verwandte Erzeugnisse des europäischen Mittelalters«. Ausserdem erwägt der Verfasser die Umstände der Verwendung und Entwicklung dieser Schrift und giebt eine Synopsis ihrer bis jetzt bekannt gewordenen Charaktere.

3. Derselbe legte eine Arbeit des Hrn. Prof. Dr. F. C. Andreas in Göttingen vor, benannt: »Zwei soghdische Excurse zu Vilhelm Thomsen's: Ein Blatt in türkischer Runenschrift«. (Ersch. später.)

4. Hr. von Schmoller legte zwei Bände der Acta Borussica, Abteilung Behördenorganisation, vor: Band V, 1 von Dr. Stolze, die Acten von 1730 bis 1735 und Band X von Prof. Dr. Hintze, die Acten von 1754 bis zum Ausbruch des Siebenjährigen Krieges umfassend.

5. Hr. Erman legte die zwölfte wissenschaftliche Veröffentlichung der Deutschen Orient-Gesellschaft: »Das Hohe Tor von Medinet Habu« von Uvo Hölscher vor.

Das ursprüngliche Motiv der Abfassung von Märtyrer- und Heilungsakten in der Kirche.

Von Adolf Harnack.

Im letzten Buch seines großen Werks »De civitate dei« (c. 8) berichtet Augustin über 25 wunderbare Heilungen (bzw. Wunder), bei denen er zugegen war oder die zu seiner Kenntnis gekommen waren und für die er einstehen zu können meinte. Mit Ausnahme des ersten, welches sich zu Mailand vor Jahrzehnten in seiner Anwesenheit ereignet hat, gehörten sie sämtlich Nordafrika an, und die meisten hatten sich in der letzten Zeit begeben. Die »Heilungen« sind an sich zum Teil höchst interessant[1], fordern an mehr als einer Stelle zu einem religions-

[1] Die erste Heilung (Mailand, ein Blinder, Ambrosius, die Gebeine der Märtyrer Protasius und Gervasius) wird nicht erzählt, sondern es wird nur an sie erinnert, weil sie hochberühmt war [Augustin war selbst zugegen, s. Confess. IX, 7 (16)]. (2.) Innocentius, exadvocatus vicariae praefecturae in Karthago (schwere Darmfistel, Heilung durch stürmisches Gebet des Diakon Aurelius, nachmaligen Bischofs von Karthago, im Jahre 388; Augustin war bei der Heilung als Gast des Innocentius zugegen). (3.) Innocentia in Karthago (Brustkrebs, Heilung auf Grund einer Traumanweisung; sie solle die kranke Stelle am Taufbrunnen von einer Neophytin mit dem Kreuzeszeichen bezeichnen lassen). (4.) Ein Arzt in Karthago (Podagra, durch die Taufe geheilt, der er sich unterzog, obgleich noch in der Nacht vorher Dämonen in der Gestalt krausköpfiger Knaben im Traume ihn davon abgehalten und ihm heftig auf die Füße getreten hatten; auch dieser Schmerz verging am Tauftage zusammen mit dem Podagra). (5.) Ehemaliger Schauspieler aus Curubis (Paralyse und Unförmlichkeit der Genitalien; Heilung durch die Taufe). (6.) Hesperius, vir tribunicius, in Hippo (in seinem Landhause Zubedi im Gebiet von Fussali rumoren böse Geister und schädigen das Vieh und die Sklaven; sie werden durch Abhaltung einer Messe in den Räumen und durch Gebet eines der Presbyter von Hippo ausgetrieben). (7.) Ein gichtbrüchiger Bauer (er betet in dem Bethaus, welches Hesperius über die ihm von Jerusalem aus der Grabesstätte Christi gesandte heilige Erde mit Zustimmung Augustins hatte errichten lassen und wurde geheilt). (8.) Ein plötzlich in der Schwemme von einem Dämon befallener Jüngling in der Villa Victoriana, etwa 30 Meilen von Hippo (er wird in die nahe gelegene Kapelle der Märtyrer Gervasius und Protasius gebracht; durch die Hymnen der Besitzerin und ihrer Mägde, die in der Kapelle ihre Abendandacht verrichten, wird der Dämon vertrieben; auch das ausgefallene, nur noch an einer Faser hängende Auge wird reponiert, und nach 7 Tagen ist es eingeheilt). (9.) Eine dem Augustin persönlich bekannte Jungfrau zu Hippo (besessen, Heilung durch Salbung mit Öl, in welches der für sie betende Priester seine Tränen geträufelt hatte). (10.) Ein Jüngling (besessen, geheilt durch

geschichtlichen Kommentar auf und zeigen merkwürdige Mischungen des Aberglaubens — so wenn die femina clarissima Petronia in ihrer Krankheit zu der heiligen Stätte der Reliquien des Protomartyr Stephanus nach Uzali bei Utica eilt, aber zugleich auf Anraten eines Juden ein Amulett auf dem Leibe trägt. Mit diesem Amulett begibt sich das

einmalige Fürbitte eines Bischofs, ohne daß dieser den Kranken gesehen hat). (11.) Florentius, ein armer alter Schneider zu Hippo, der seine Casula verloren hatte (Gebet in der Kapelle der 20 Märtyrer; auf dem Heimwege sieht er einen auf dem Trockenen zappelnden großen Fisch, verkauft ihn an einen christlichen Koch, namens Cattosus, für 300 Folles; dieser findet außerdem noch einen goldenen Ring im Bauch des Fisches und gibt ihn dem Schneider: »Siehe, wie die 20 Märtyrer dich gekleidet haben!«). (12.) Eine Blinde in Aquä Tibilitanä (der dortige Bischof Präjektus trägt die neuerworbenen Reliquien des Märtyrers Stephanus in einer Prozession; die Blinde »ut ad episcopum portantem duceretur oravit; flores quos ferebat dedit, recepit, oculis admovit, protinus vidit«). (13.) Lucillus, Bischof im Castellum Sinitense bei Hippo (er trägt den Reliquienbehälter desselben Märtyrers Stephanus in einer Prozession und wird von einer Fistel an der Hand geheilt). (14.) Der in Calama wohnende, aus Spanien gebürtige Presbyter Eucharius (Steinübel; der Bischof Possidius heilt ihn durch die Berührung mit den Reliquien des Stephanus). (15.) Derselbe (lag schon im Sterben; seine Tunika wird zu den Reliquien des Stephanus gebracht und ihm dann auf den Leib gelegt; »suscitatus est«). (16.) Martialis, vornehmer Mann in Calama, noch Heide, aber gläubige Tochter und ein jüngst getaufter Schwiegersohn (schwerkrank, lehnt die Taufe heftig ab; der Schwiegersohn geht in die Kapelle des Stephanus und betet brünstig für die Bekehrung des Alten, nimmt einige Blumen vom Altar und legt sie ihm heimlich unter den Kopf; bereits vor Sonnenaufgang verlangt der Kranke nach dem Bischof, der aber zufällig bei Augustin in Hippo war; auf neues Ersuchen des Kranken kamen Presbyter und tauften ihn. »Solange er lebte, führte er den Spruch im Munde: ‚Christus, nimm meinen Geist auf‘, obgleich er nicht wußte, daß es die letzten Worte des Stephanus waren; auch für ihn waren es die letzten; denn er starb bald«). (17.) Ein Bürger in Calama (Podagra, Heilung durch den Märtyrer Stephanus). (18.) Ein Ausländer in Calama (Podagra, unvollständige Heilung; der Kranke erfuhr »durch eine Offenbarung« nur, was er anwenden solle, sooft er Schmerz empfinde; »cum hoc fecerit, dolor continuo conquievit«). (19.) Ein Knabe auf dem Gute Audurus, woselbst in der Kirche Reliquien des hl. Stephanus (von einem Ochsenwagen überfahren, wird zu den Reliquien gebracht und erscheint unverletzt). (20.) Eine Nonne auf dem Landgut Caspaliana bei Audurus (als sie im Sterben lag, wird ihre Tunika zu den Reliquien des Stephanus gebracht; als man sie zurückbrachte, war die Kranke schon tot, wurde jedoch durch Auflegung der Tunika wiedererweckt). (21.) Die Tochter des Syrers Bassus in Hippo (der Vater betet für die Totkranke bei den Reliquien des Stephanus und berührt diese mit ihrem Kleide; zurückgekehrt, findet er die Tochter bereits tot, aber das aufgelegte Kleid erweckt sie wieder). (22.) Der Sohn des Steuereinnehmers Irenäus in Hippo (Totenerweckung durch Salbung mit dem Öl des hl. Stephanus). (23.) Das Söhnchen des vir tribunicius Eleusinus in Hippo (Totenerweckung durch Superpositio des kranken Kindes auf die Reliquien des Stephanus und Gebet). (24.) Petronia, clarissima femina, nobiliter nata, nobiliter nupta in Karthago, dem Augustin persönlich bekannt (reist zu den Reliquien des Stephanus nach Uzali bei Utica, wird geheilt, nachdem sie auf dem Wege als Unterpfand der Heilung das Wunder erlebt hatte, daß ein auf einer Ringschnur gezogener Ring ungeborsten herausfiel, während auch die Schnur unversehrt blieb). (25.) Allgemein bekanntes Wunder in Hippo: zwei Geschwister aus Cäsarea in Kappadozien Paulus und Palladia werden in der Kapelle des Stephanus von einem chronischen Gliederzittern am Ostersonntage und Osterdienstag befreit; s. näheres darüber unten.

Wunder[1] — trotzdem wird die Heilung ganz naiv auf Rechnung des Stephanus gesetzt. Ferner erkennt man aus dem ganzen Bericht, daß sich in Nordafrika die große Invasion von Märtyrerreliquien und die Errichtung von Kapellen und Kirchen zu ihren Ehren erst in jüngster Zeit zu vollziehen begonnen hat und Wunderheilungen nun erst in Schwung kommen. Augustin sagt, daß er noch andere Heilungen kenne (§ 8 fin.), daß sich speziell in Hippo, welches erst seit zwei Jahren Stephanusreliquien besitze, 70 Heilungen seitdem ereignet hätten, daß sich aber in Calama, welches sich schon länger des Besitzes von Stephanusreliquien erfreue, unvergleichlich viel mehr Wunder zugetragen hätten. Doch dies und anderes, was sich nahelegt und den Abstand von der Zeit des Cyprian und Lactantius zeigt, soll hier nicht besprochen werden; denn der ganze Abschnitt bietet in einer anderen Richtung ein noch höheres Interesse.

Weshalb erzählt Augustin in dem Werk »De civitate dei«, und zwar an bevorzugter Stelle, diese Wundergeschichten? Welche Bedeutung haben sie im Zusammenhang der großen Apologie für das Christentum? Nun — neben dem gewichtigen Einwurf der heidnischen Welt gegen dasselbe, es sei für die fürchterlichen Kalamitäten im Reiche verantwortlich, steht der andere nicht minder schwere: »Ihr verlangt von uns Glauben an ganz unglaubliche Dinge, durch die angeblich eure Religion vor 400 Jahren begründet worden ist; aber in der Gegenwart fehlen bei euch solche Wunder; warum ereignen sie sich jetzt nicht mehr?« Immer wieder geht Augustin in seinem Hauptwerke und in anderen Schriften auf diesen peinlichen Vorwurf ein. Gewöhnlich muß er sich mit der Auskunft begnügen, daß die Einführung der Religion in die Welt — »ad hoc ut crederet mundus« — die Wunder nötig gemacht hätte, nun aber seien sie nicht mehr notwendig. Allein er selbst fühlte, daß diese Erwiderung ganz ungenügend sei und auch durch die brillanteste Dialektik nicht befriedigend ergänzt werden könne. Die christliche Religion muß eine Religion der Wunder nicht nur gewesen sein, sondern auch fort und fort noch jetzt sein: dieser Forderung, die sich aus der Sache ergibt, vermag sich das Denken Augustins nicht zu entziehen. Aber in seinen älteren Schriften vermochte er den fortbestehenden Wundercharakter des Christentums nur zaghaft zu behaupten; jetzt am Ende seines Lebens dagegen war ein Beweis möglich. Der Heiligen- und Reliquienkult, noch um das Jahr 400 nur spärlich in Nordafrika verbreitet, strömte

[1] Lehrreich ist auch, daß die Frau, nachdem sich das Wunder mit dem Amulett ereignet hat, dieses (einen Ring) fortwirft. Augenscheinlich nimmt sie an, es habe die Krankheit an sich gezogen.

wie eine ungeheure Flutwelle nunmehr über die Kirche[1], und mit ihm zusammen begannen die wunderbaren Heilungen bei jeder »Memoria« in Stadt und Land zahlreich zu werden. Noch wenige Jahrzehnte vorher galt die durch die Gebeine des Gervasius und Protasius zu Mailand geschehene Blindenheilung als ein außerordentliches Ereignis und wurde auch in der ganzen Kirche des Abendlands gefeiert, weil es seinesgleichen nicht hatte. Jetzt aber trug sich in jedem Winkel des Landes, wo nur immer eine »Memoria« stand und sich Reliquien befanden, Ähnliches, ja noch viel Wunderbareres, zu. Daß diese neue Ausstattung der Kirche, dieser »Beweis des Geistes und der Kraft« wesentlich aus dem Heidentum übertragen war, daß die sterbende alte Religion ihn der Kirche vermachte und nur die Etiketten sich änderten, daß die Kirche, indem sie dieses Erbe antrat, paganisch zu werden drohte — diese offenbare Tatsache blieb den christlichen Bischöfen, blieb selbst einem Augustin völlig verborgen. Vielmehr war es augenscheinlich der größte Trost, der dem Greis angesichts des Todes zuteil wurde, daß er die Fülle der Wunderheilungen in der Kirche noch erleben durfte. Die bange Frage: »Warum jetzt keine Wunder mehr?« verwandelte sich in den Triumph: »Seht, welche Wunder die Gebeine der christusgläubigen Heiligen tun!« Angesichts dieser Erlebnisse hätte Augustin sein Leben mit den Worten des greisen Simeon beschließen können: »Herr, nun lässest Du Deinen Diener in Frieden fahren!« Der böse Anstoß, die Wunderlosigkeit der gegenwärtigen Kirche, war beseitigt.

Aber der Anstoß, den die Wunderlosigkeit der Kirche in der Gegenwart bot, bedarf nach Anleitung der Äußerungen Augustins noch einer genaueren Untersuchung, bei welcher auch das Neue Testament zu berücksichtigen ist. In den protestantischen Kirchen liest man dieses Buch fast ausschließlich als Urkundenbuch der Begründung der christlichen Religion, ohne sich ernstlich mehr durch die Frage beunruhigt zu fühlen, warum denn die Beweise des Geistes und der Kraft, die damals hervortraten, jetzt nicht mehr zu finden sind. Selbst einem Lessing ist es nicht gelungen, dem Protestantismus den Ernst dieser Frage einzuprägen. Im alten Katholizismus las man es anders, und davon ist heute noch ein Rest in der römischen Kirche geblieben. Man las es nicht weniger aufmerksam als im Protestantismus; aber wenn man es beendigt hatte, empfand man lebhaft und schmerzlich, daß dieses Buch ein Ende hatte, während es ein solches seiner Natur nach nicht haben durfte; denn die Zeugnisse von Wundern und Taten

[1] Die Stephanusreliquien und der Stephanuskult wurde für Nordafrika in dieser Hinsicht entscheidend. Wir besitzen darüber ein reiches Material, auf das ich aber hier nicht näher eingehe.

Gottes müssen fortgehen bis zur Gegenwart. Reißen sie ab, so reißt auch der Faden der Kirche selbst ab; denn die herrlichste Vergangenheit kann dem gegenwärtigen Geschlecht nichts helfen, wenn sie sich nicht mit derselben Kraft Generation für Generation bis auf den heutigen Tag fortgesetzt hat. Mit der Tatsache, daß das Neue Testament abgeschlossen sei, mußten sich freilich auch die Väter des 4. und 5. Jahrhunderts abfinden — wir wissen heute, daß bei dem Abschluß äußere Nötigungen eine größere Rolle als innere gespielt haben —; aber was sie verlangen mußten, war, daß im Anschluß an das Neue Testament eine immerfort vermehrte Sammlung von beglaubigten Beweisen des Geistes und der Kraft, d. h. von Wundern aus allen Jahrzehnten der Kirche, präsent sei und daß diese, weil sie den NTlichen Wundern völlig gleichwertig sind, ebenso bekannt und verbreitet werden wie das Neue Testament. Dann erst sei das »instrumentum ecclesiae« gegeben, welches man den Feinden siegreich entgegenhalten könne und mit dem man die Zweifel im eigenen Lager zu bekämpfen vermöge.

Aus ebendemselben Kapitel Augustins, in welchem er die Wunderheilungen erzählt, lernen wir diese durchschlagende Betrachtung mit besonderer Deutlichkeit kennen. Es seien zunächst die einschlagenden Stellen hier zusammengestellt:

C. 22, 1: »Auch gegenwärtig geschehen Wunder im Namen Christi, sei es durch seine Sakramente, sei es durch die Gebete oder »Memorien« seiner Heiligen; doch strahlen diese nicht in derselben Helle, so daß sie ebenso berühmt und verbreitet werden wie die NTlichen Wunder. Denn der Kanon der heiligen Schriften, welcher einmal abgeschlossen werden mußte, macht, daß diese überall vorgelesen werden und in dem Gedächtnisse aller Gemeinden haften; wo immer aber jene geschehen, da werden sie kaum von allen Bewohnern der Stadt oder allen, die am Orte verkehren, gewußt. Meistens nämlich wissen auch hier nur ein paar Leute darum, während sie den übrigen unbekannt bleiben, besonders wenn die Stadt groß ist; und wenn sie anderswo anderen erzählt werden, so empfiehlt sie keine so große Autorität, daß sie anstandslos und ohne Bedenken geglaubt werden, auch wenn sie von Gläubigen gläubigen Christen mitgeteilt werden.«

A. a. O. § 4: Nachdem Augustin die wunderbare Heilung der Innocentia in Karthago erzählt hat, fährt er fort: »Als ich dies gehört hatte, ärgerte ich mich sehr darüber, daß ein in dieser Stadt und an dieser doch nicht unbekannten Person geschehenes so großes Wunder so ganz verborgen bleibe, und glaubte sie deshalb ermahnen und fast schelten zu müssen.« Selbst ihre nächsten Freundinnen wußten nichts davon; »ich veranlaßte sie nun, in Gegenwart jener Frauen, welche sich

sehr verwunderten und Gott priesen, alles der Ordnung nach, wie es geschehen war, mitzuteilen«. Vgl. § 5 (nach der Mitteilung der wunderbaren Heilung eines podagrakranken Arztes in Karthago): »Wer weiß davon? Wir jedoch wissen es und einige sehr wenige Brüder, zu welchen die Kunde gelangen konnte«, und § 6 (nach der Mitteilung einer anderen Heilung, in Curubis): »Wer weiß dies außerhalb von Curubis und außer einigen sehr wenigen, welche irgendwo davon hören konnten? Ich aber ließ, nachdem ich es erfahren, den Mann auf Geheiß des Bischofs Aurelius auch nach Karthago kommen, obgleich ich die Begebenheit vorher von solchen gehört hatte, an deren Wahrhaftigkeit ich nicht zweifeln konnte.«

A. a. O. § 21: Ich kann leider die Liste der beglaubigten Wunder hier nicht fortsetzen, obgleich viele der Unsrigen es bedauern werden, daß so viele notorische Heilungen übergangen sind; aber der Plan meines Werkes gestattet nicht, länger hierbei zu verweilen. Denn wenn ich auch nur die durch den hl. Stephanus in Calama und in unserer Stadt geschehenen Heilungen verzeichnen wollte, so wären sehr viele Bücher anzufüllen, »selbst wenn ich nur solche Begebenheiten aufnehmen würde, die zum Zweck der Vorlesung vor den Gemeinden in kleinen Schriften herausgegeben worden sind (»de quibus libelli dati sunt, qui recitarentur in populis«). Denn dies ordnete ich an, als ich sah, daß auch in unseren Zeiten den alten ähnliche göttliche Wunderzeichen häufig vorkommen, und (urteilen mußte), daß sie der allgemeinen Kenntnis nicht vorenthalten werden dürfen. Noch aber sind es nicht zwei Jahre, seitdem sich die Stephanusmemoria in Hippo Regius befindet, und obwohl über viele wunderbare und sichere Ereignisse Libelli nicht herausgegeben worden sind, so haben doch diejenigen, welche herausgegeben wurden, zur Zeit, wo ich dieses schreibe, ungefähr die Zahl 70 erreicht. Zu Calama aber, wo die Stephanusmemoria schon älter ist und wo solche Libelli häufiger herausgegeben werden, sind sie unvergleichlich viel zahlreicher.«

A. a. O. § 22: In Uzali, dessen Stephanusmemoria viel früher als die unsrige errichtet worden ist, hat sich, wie wir wissen, viel Herrliches durch den Märtyrer ereignet; »doch besteht dort die Gewohnheit, Libelli herauszugeben, nicht (»sed libellorum dandorum ibi consuetudo non est«) oder vielmehr bestand nicht; denn vielleicht hat sie jetzt angefangen: denn als ich neulich dort war, habe ich Petronia (»clarissimam feminam«), die von einer langen und schweren Krankheit wunderbar geheilt worden war, ermahnt, mit Genehmigung des Ortsbischofs einen Libellus herauszugeben, damit er der Gemeinde vorgelesen werde, und sie gehorchte aufs bereitwilligste«. Aus diesem Libellus berichtet nun Augustin im folgenden etwas aus der Heilungs-

geschichte der Frau[1]; dann fährt er fort: »Es geschehen also auch gegenwärtig viele Wunder, indem derselbe Gott wirkt, durch wen und wie er will, der auch jene bewirkt hat, die wir (im Neuen Testamente) lesen; aber die neuen Wunder werden weder in gleicher Weise bekannt, noch werden sie, damit sie sicher haften bleiben, durch häufige Lesung wie Kieselsand in das Gedächtnis eingestampft. Denn auch wo, wie das gegenwärtig bei uns zu geschehen begonnen hat, dafür Sorge getragen wird, daß die Libelli derer, welche Hilfe erlangen (»qui beneficia percipiunt«), vor der Gemeinde verlesen werden, hören dies die Anwesenden nur einmal und die Mehrzahl ist nicht gegenwärtig, so daß selbst die, welche anwesend waren, nach einigen Tagen das, was sie hörten, nicht mehr im Gedächtnisse haben, und kaum einer unter ihnen sich findet, der solchen, die nicht zugegen waren, mitteilt, was er gehört hat.«

A. a. O. § 23: In Hippo Regius wurde am Ostersonntag unmittelbar vor Beginn des Gottesdienstes vor versammelter Gemeinde ein aus Cäsarea in Kappadozien zugereister Bruder von einem chronischen Gliederzittern plötzlich geheilt. Der Jubel des Volks war unbeschreiblich; kaum konnte Augustin den Gottesdienst beginnen und die Predigt halten. Nach demselben zog er den Geheilten an seinen Tisch und ließ sich von ihm seine Lebens- und Krankheitsgeschichte erzählen. »Am folgenden Tage nach der Predigt versprach ich, den darüber verfaßten Libellus morgen der Gemeinde vorlesen zu lassen.« Als dieses am 3. Osterfeiertage geschah, wurde auch die Schwester des Geheilten, die an demselben Übel litt, unmittelbar nach der Verlesung des Libellus plötzlich von dem Übel geheilt. Die ganze ausführliche Darstellung stammt augenscheinlich eben aus dem Libellus, den Augustin noch zur Hand hatte; sie schließt mit den Worten: »Exultabant [scil. die Gemeinde] in dei laudem voce sine verbis, tanto sonitu, quantum nostrae aures ferre vix possent. quid erat in cordibus exultantium nisi fides Christi, pro qua Stephani sanguis effusus est?«

Aus diesen Mitteilungen ergibt sich folgendes:

1. Augustin hat erlebt — aber einen überwältigenden Beweis haben ihm erst die allerletzten Jahre geliefert —, daß heute noch, namentlich durch die Kraft der Märtyrer, ebenso große Wunder geschehen, wie die waren, von welchen das Neue Testament berichtet; es ist besonders die Verbreitung des Stephanuskultus und der Stephanusreliquien gewesen, welche Wunderheilungen in der Kirche Nordafrikas hat in Flor kommen lassen.

[1] Die nicht recht klare Darstellung kommt wohl eben auf Rechnung der Frau in dem von ihr abgefaßten Libellus; Augustin selbst schreibt besser.

(2.) Diese Wunder sind ebenso würdig, zu allgemeiner Kenntnis gebracht zu werden, wie die NTlichen, und es ist ebenso notwendig, daß dies geschieht; allein die NTlichen Wunder werden durch die crebra lectio den Gläubigen sicher eingeprägt, für die Verbreitung und Einprägung der neuen Wunder aber fehlt dieses souveräne Mittel; denn das Neue Testament ist abgeschlossen und duldet keine Zusätze. Auch besitzen die gewöhnlichen Berichte über die neuen Wunder, wie sie — spärlich genug — umlaufen, nicht die Autorität der NTlichen Erzählungen.

(3.) Was kann und muß dem gegenüber geschehen? Es müssen authentische schriftliche Darstellungen der Wunderheiligen verfaßt werden, damit sie die nötige Autorität haben. Diese müssen daher, wo irgend möglich, von den Begnadigten selbst niedergeschrieben werden[1]; der Ortsbischof muß diese Libelli approbieren[2], und dann müssen sie der Gemeinde im Gottesdienst vorgelesen werden. Auch dann freilich wird ihre Kenntnis noch immer weit hinter der der NTlichen zurückbleiben; aber es ist dann doch wenigstens etwas geschehen. Auf das Authentische kommt dabei alles an; denn die Authentie ersetzt hier in der Tat die Inspiration. In mehr als einem Fall hat Augustin, obgleich ihm eine Wunderheilung von durchaus glaubwürdigen Leuten berichtet war, doch nicht unterlassen, zu den Geheilten zu reisen und sie persönlich zu befragen.

(4.) Wie weit war die empfohlene Praxis in der Kirche Nordafrikas eingebürgert? Augenscheinlich war sie (wie die Wunderheilungen selbst) erst in den ersten Anfängen. Der Bischof von Calama und Augustin scheinen fast die einzigen gewesen zu sein, die sie übten; doch scheint sich die Praxis, eben durch die Bemühungen Augustins (s. das über Uzali § 22 Bemerkte sowie § 4 usw.), zu verbreiten. Merkwürdig ist, daß Augustin nur eine einmalige öffentliche Verlesung der Libelli ins Auge faßt. Man sieht nicht recht ein, warum diese Beschränkung gelten soll. Jedenfalls aber wurden die Libelli im Kirchenarchiv gesammelt niedergelegt und konnten gegebenenfalls als Rüstkammer auch für die Apologetik dienen, wie ja auch Augustin in seinem Werk »De civitate dei« bereits von einer Sammlung Gebrauch macht[3]. In der Kirche zu Hippo lagen gegen 70 solcher authentischer Libelli und in der Kirche von Calama noch viel mehr. Daß sie in

[1] In dem Falle § 23 wird der Libellus binnen 24 Stunden nach dem Wunder hergestellt.

[2] Diese aus § 22 folgende Bestimmung ist selbstverständlich, wenn doch der Libellus in der Gemeinde verlesen werden soll.

[3] Sind uns auch sonst noch »authentische« Libelli des 5. Jahrhunderts erhalten? In selbständiger Überlieferung nicht, wohl aber voraussichtlich in anderen Werken.

einer wichtigen Hinsicht ein Seitenstück zum Neuen Testamente bildeten, gab ihnen die höchste Bedeutung. Aber diese Beurteilung bewirkte es auch, daß man darauf bedacht war, nur wirklich Zuverlässiges in der zuverlässigsten Form zu sammeln. Wir mögen heute lächeln über die naive Genügsamkeit in bezug auf die Authentie und den Beweis. Dies darf uns aber nicht an der Anerkennung hindern, daß man unter den gegebenen Bedingungen die größte Zuverlässigkeit, so wie man sie damals verstand, wirklich angestrebt hat; denn die Gegner paßten auf, und nur eine Schilderung aus erster Hand hatte Wert und konnte auf Anerkennung rechnen. Einfache und bewußte Fälschungen, sei es der Begebenheiten selbst, sei es ihres Verlaufs, innerhalb der »Libelli« sind daher zunächst nicht anzunehmen, so wenig wie in Lourdes in der Regel grob gefälscht wird. Man hat das auch nicht nötig, da sich bei der geneigten Stimmung der Gläubigen scheinbar Mirakulöses durch Suggestion häufig genug ereignet.

Augustin hat sehnlich nach einer Fortsetzung der NTlichen Wundergeschichten, um ein Instrumentum ecclesiasticum aus ihnen zu bilden, ausgeschaut, sie am Ende seines Lebens in den zahlreichen Wunderheilungen (besonders an den »Memorien«) zu seiner Freude gefunden und sich um die authentische Aufzeichnung eifrig bemüht. — Aber hat sich dieses Bedürfnis erst bei ihm und nicht schon früher in der Kirche geltend gemacht? A priori dürfen wir sagen, daß es immer in der Kirche bestanden haben muß, und die Tatsachen versichern es uns. Man erinnere sich an den Montanismus und seine »novissima prophetia«, die, wie uns Tertullian bezeugt, schriftlich niedergelegt war und als eine Ergänzung zum Neuen Testament betrachtet wurde[1]. Man erinnere sich ferner dessen, was Irenäus, Origenes, Eusebius u. a. über den in der Kirche noch immer zu findenden »Beweis des Geistes und der Kraft« und die Manifestationen des lebendigen Christus sagen. Die hier einschlagenden Stellen sind so oft gewürdigt worden, daß ich auf eine erneute Behandlung verzichten darf. Aber auch wenn man sie alle zusammennimmt, reichen sie doch nicht aus, um die Behauptung zu erweisen, die gesamte vordiocletianische Kirche habe auf Grund dieser Manifestationen ein stets präsentes, starkes und durch Tatsachen ge-

[1] Hr. Zahn in den einleitenden Ausführungen seiner großen Kanonsgeschichte, ist sogar soweit gegangen, zu behaupten, die Montanisten hätten ein drittes Testament schaffen wollen. Das läßt sich nicht beweisen und ist auch ganz unwahrscheinlich. Als die »neue Prophetie« entstand, gab es noch kein Neues Testament, und als sie später auf das Neue Testament stieß, waren ihre Anhänger hinreichend konservativ, um die geschaffene Sammelurkunde, die von Gnostikern und Marcioniten beanstandet wurde, nicht zu gefährden. Aber als ein Supplement zum Neuen Testament haben sie allerdings ihre »novissima prophetia« anerkannt sehen wollen.

festigtes Bewußtsein davon gehabt, daß der Christusgeist in ihrer Mitte noch ebenso lebendig und wirksam sei wie in den Tagen der Apostel[1]. Dazu waren jene Zeugnisse doch zu spärlich. Aber die vordiocletianische Kirche besaß einen Beweis, der ihr alle übrigen Beweise ersetzte, das waren die Martyrien in ihrer Mitte, die sie als in ununterbrochener Reihe erfolgend ansah[2]. Die Märtyrerzeugnisse per Christum und pro Christo (sowie alles das, was sich mit den Märtyrern ereignet), beweisen es auch dem Widerwilligsten, daß Christus in seiner Kirche lebendig ist und daß die Kirche die Stätte seines Geistes ist. Die Märtyrergeschichten sind die eigentliche Fortsetzung der NTlichen Geschichten und Wunder, denn in dem Märtyrer redet und handelt Christus. Wer sich für einen Andern töten läßt, der beweist damit, daß der Andere ihn ganz erfüllt und besitzt, daß sozusagen sein eigenes Ich in dem Andern untergegangen ist. Die Verheißung, daß Christus sich im Himmel zu dem bekennen werde, der ihn hier auf Erden bekannt hat, ist darum so sicher, weil sie fast eine Tautologie enthält; denn in dem Bekenner redete und handelte bereits Christus; der Bekenner und Christus sind schon auf Erden verschmolzen. Wunder sind dabei nicht nötig; denn der Freimut, mit welchem sich der Märtyrer angesichts des Todes vor dem Richter zu Christus bekennt, und der mit dem Siege gekrönte Kampf gegen den Teufel ist bei der Schwäche der menschlichen Natur das größte Wunder!

Das ist die alte und überall in der Kirche herrschende Betrachtung der Martyrien. Ihr hauptsächlich verdankt man es, daß in der vordiocletianischen Kirche der abstoßende Kleinkram der Heilungswunder und der übrigen schlimmeren Wunder, die ebenso viele Attentate an dem gesunden Menschenverstand und häufig an der Moral bedeuten, die Rolle noch nicht gespielt haben wie im fünften und in den folgenden Jahrhunderten. Sie waren schon vorhanden — in einigen Kreisen sogar in bedenklicher Stärke[3] —, aber der große Import der heidnischen Wunder in die Kirche hat doch erst begonnen,

[1] Die Betrachtung des Paulus, daß sich der Christusgeist in der Kirche sowohl in den σημεῖα καὶ τέρατα als auch in dem in der Liebe tätigen Glauben zeige, ist in der Kirche nie ganz untergegangen und von Augustin aufs stärkste bekräftigt worden; allein meines Wissens hat kein Kirchenvater, wie ja auch Paulus nicht, auf die Forderung der Wunderzeichen als Legitimierung der gegenwärtigen Kirche verzichtet.

[2] Iren. IV, 33, 9: »Ecclesia omni in loco multitudinem martyrum in omni tempore praemittit ad patrem.«

[3] Die schlimmsten Beispiele findet man, die vorkonstantinische Literatur anlangend, in den apokryphen Apostelgeschichten, aber da werden die exorbitanten Wunder von den Aposteln erzählt; es wird jedoch nicht behauptet, daß sie auch in der Gegenwart sich ereignen. Das ist sehr beachtenswert! Fromme Fabeleien in bezug auf die Heroenzeit haben im Altertum stets als etwas gegolten, was keine Konsequenzen für die Gegenwart hat.

nachdem die Martyrien erloschen waren. Solange man diese erlebte und besaß, konnte sich die wundersüchtige Superstition noch nicht auswachsen, und auch der starke Glaube hatte es nicht nötig, um jeden Preis nach Wundertaten suchen zu müssen, um zu erweisen, daß die Kirche der Gegenwart noch immer die Kirche der Apostel sei[1]. Die Martyrien bewiesen ihm das.

Ist dies aber die wesentliche Bedeutung der Martyrien für die Kirche, so ergibt sich folgerecht, daß die Märtyrerakten in der vordiocletianischen Zeit das eigentliche und notwendige Supplement zum Neuen Testament darstellen und von hier aus beurteilt sein wollen. Es ergibt sich aber ferner, ganz wie wir das bei den Heilungsakten gesehen haben, daß auf die Authentie und Zuverlässigkeit der Akten alles ankam. Wie sich der Märtyrer benommen hat, namentlich aber, was er vor dem Richter gesagt hat — sein Christusbekenntnis —, endlich, wie sich Christus an ihm manifestiert hat, das war der Gegenstand des höchsten Interesses; denn es gehörte auf dasselbe Niveau, auf welchem das Neue Testament stand. Die Bedingungen dafür, daß man nur, was man für zuverlässig hielt, aufnahm, waren also im höchsten Maße gegeben. Wer hier fälschte, setzte sich — abgesehen von der oft leicht zu beschaffenden Widerlegung — dem schwersten Vorwurfe aus, daß er die Worte des Heiligen Geistes bzw. Christi fälsche. Am sichersten war es deshalb, daß man sich womöglich Aufzeichnungen der Konfessoren selbst aus den Gefängnissen verschaffte; war das nicht angängig, so schickte man vertrauenswürdige Brüder zu ihnen, um ihre Zeugnisse zu hören; bei der Prozeßverhandlung suchte man anwesend zu sein, und die Protokolle, die zugänglich waren, suchte man einzusehen; aber da sie häufig nicht ausreichten, weil sie die Reden der Beklagten nicht vollständig enthielten, schickte man Brüder zu den Verhandlungen, die die Worte der Konfessoren getreu aufnehmen sollten. Das alles mußte sich selbstverständlich einstellen, war aber freilich nicht immer zu erreichen. Daß Märtyrerakten in den drei ersten Jahrhunderten auch gefälscht worden sind, ist möglich; aber ich kenne nur eine einzige falsche Akte, die vielleicht schon in der vordiocletianischen Zeit abgefaßt ist[2]; alle Fälschungen sonst gehören einer späteren Zeit an. Damit ist natürlich die Glaubwürdigkeit aller einzelnen Züge in Märtyrerakten, die vor Diocletian niedergeschrieben

[1] Die böse Zeit in bezug auf das Selbstbewußtsein der Kirche war demnach die, in der sich Martyrien nicht mehr ereigneten und die große Epoche der Wunderheilungen durch Reliquien noch nicht begonnen hatte, d. h. im Abendland das 4. Jahrhundert.

[2] Die Ignatiusakten, aber es ist wahrscheinlicher, daß sie nachkonstantinisch sind. Die Apolloniusakten, die Hr. Geffcken mit Bestimmtheit für eine Fälschung erklärt hat, sind echt, aber schlecht überliefert, d. h. in Verwirrung geraten und in der uns vorliegenden Gestalt dazu noch wahrscheinlich leicht überarbeitet und lückenhaft.

worden sind, nicht behauptet, vielmehr steht manches Unhaltbare in ihnen; aber ihre Verfasser wollten wirkliche und authentische Erzählungen und nichts anderes bringen, und zwar auch in den Reden der Märtyrer, die sie wiedergeben, denn auf diese kam es ihnen besonders an, da sie als heilige Worte galten. Wenn man sich Zweck und Absicht der vordiocletianischen Märtyrerakten in der angegebenen Weise vergegenwärtigt, muß man sich über die Schnellfertigkeit wundern, in welcher in der jüngsten Zeit über sie abgeurteilt worden ist[1]. Auf die durchgehende Verwandtschaft mit der christlich-apologetischen Literatur sowie auf einige Analogien mit der zeitgenössischen profanen Literatur hin hat man rasch entschlossen behauptet, auch die vorkonstantinischen Märtyrerakten seien, sei es sämtlich, sei es zum größten Teile, »Literatur«, ein Verdikt, welches dem Urteil, sie seien »Makulatur«, ziemlich nahekommt. Hätte man sich, bevor man diesen Spruch tat, ernsthafter um die Bedingungen und Zwecke bemüht, unter denen diese alten Akten entstanden sind, hätte man sie selbst in reiner Betrachtung als das, was sie sein wollen, nämlich als Urkunden, eingehender geprüft und nicht sofort die Brille des Literarkritikers aufgesetzt, hätte man sich endlich die Frage vorgelegt, warum wir denn so wenige vor Diokletian niedergeschriebene Märtyrerakten besitzen, während doch so viele Martyrien stattgefunden haben[2], so wäre

---

[1] Vgl. Geffcken, Die Acta Apollonii (Nachr. v. d. Kgl. Gesellsch. d. Wiss. in Göttingen, philol.-hist. Klasse 1904, H. 3 S. 262 ff.; dazu meine Rezension in der Deutschen Literatur-Zeit. 1904, Col. 2464 ff.). Siehe auch Reitzenstein, Nachr. d. G. d. W. i. Gött. 1904, S. 331. In seinem Werk »Zwei griechische Apologeten« (1907, S. 246 ff.) hat Hr. Geffcken leider seine Kritik an den Martyrien ganz wesentlich aufrechterhalten und noch immer den Standpunkt behauptet, daß, wenn ein Märtyrer apologetisch rede, das ganze Martyrium als literarische Mache zu betrachten sei.

[2] Wir besitzen so wenige vor Diokletian niedergeschriebene Märtyrerakten, weil auch die vordiokletianische Kirche selbst nur sehr wenige besessen hat, und diese besaß eine so geringe Zahl, weil man nur authentische Akten lesen und gelten lassen wollte, die Umstände aber selten zusammentrafen, um die Herstellung authentischer Akten zu ermöglichen. Mußte doch vieles sich glücklich fügen, damit sie verfaßt und ediert werden konnten. Bei strengster Beurteilung waren sogar eigene Aufzeichnungen der Märtyrer nötig (s. o.). Fehlten diese, so mußte entweder das Gerichtsprotokoll in Abschrift beschafft und dieses durch die vollständigen Aussagen der Märtyrer, die dort oft nicht protokolliert waren, ergänzt werden, oder es mußten Augenzeugen zur Stelle sein, auf deren Aussagen man sich verlassen konnte bzw. die die Reden der Märtyrer stenographisch aufgenommen hatten. Endlich mußte ein Redaktor gefunden werden, der das Ganze komponierte und edierte, der also einerseits literarische Fähigkeiten besitzen, andererseits in Ansehen bei der Gemeinde stehen mußte; denn Schriftstellerei, zumal in diesem Falle, wo es sich um Heiliges handelte, galt in der ältesten Kirche als ein verantwortungsvolles und gefährliches Geschäft (vgl. z. B. den Antimontanisten bei Euseb., h. e. V, 16, 3: ἐπιταχθεὶς ὑπὸ σοῦ συγγράψαι τινὰ λόγον εἰς τὴν τῶν κατὰ Μιλτιάδην λεγομένων αἵρεσιν, ἐφεκτικώτερόν πως μέχρι νῦν διεκείμην, οὐκ ἀπορίᾳ τοῦ δύνασθαι ἐλέγχειν μὲν τὸ ψεῦδος, μαρτυρεῖν δὲ τῇ ἀληθείᾳ, δεδιὼς δὲ καὶ ἐξευλαβούμενος μή πῃ δόξω τισὶν ἐπισυγγράφειν ἢ ἐπιδιατάσσεσθαι τῷ τῆς τοῦ εὐαγγελίου καινῆς διαθήκης λόγῳ, ᾧ

man vor Irrtümern bewahrt geblieben. Gewiß bestehen Beziehungen zwischen den alten Märtyrerakten und gewissen Stücken der profanen Unterhaltungs- und Wundererzählungsliteratur — sobald man die Martyrien niederschrieb, mußte sich eine gewisse Anlehnung an überlieferte Formen von selbst einstellen —; aber die Martyrien verfolgten einen ganz anderen Zweck als jene Literatur. Sie dienten nicht der Unterhaltung, auch nicht der Erbauung im gewöhnlichen Sinn des Wortes, sondern sie wollen Urkunden für die Tatsache sein, daß Christus in seiner Kirche fortlebt, und gehören deshalb zu der authentischen Literatur der heiligen Geschichte. Dies ist ihr eigentliches Genus, und weil sie sich durch dieses Genus von der Literatur, mit der man sie zusammenwirft, unterscheiden, stehen sie auch unter ganz anderen literarischen Bedingungen als diese. Die Urkundlichkeit war für die, die sie niederschrieben und lasen, das erste Erfordernis. Daß aber diese Urkundlichkeit bei den vor Diocletian niedergeschriebenen Martyrien bereits zur Form geworden ist, läßt sich nicht erweisen und ist von vornherein unwahrscheinlich; denn es käme einem absichtlichen Selbstbetrug in einer Sache gleich, deren Wert ausschließlich in ihrer Urkundlichkeit bestand. Man wird einwenden, daß dies Erwägungen a priori seien; allein schon als solchen kommt ihnen ein bedeutender Grad von Zuverlässigkeit zu, und er wird noch erhöht, wenn wir uns dessen erinnern, was wir über die Heilungsakten festgestellt haben, die den Märtyrerakten ganz analog sind und die auch zunächst nicht literarhistorisch, sondern als Urkunden gewürdigt sein wollen.

Aber auch die Durchprüfung der sicher in vordiocletianischer Zeit niedergeschriebenen Akten bestätigt die hier vorgetragene Auffassung. Das Sammelwerk des Eusebius, die vordiokletianischen Martyrien betreffend, besitzen wir ja leider nicht mehr (s. h. e. lib. V Prooem.; V, 20, 5), aber seine Sammlung der palästinensischen Märtyrergeschichten liegt uns in zwei Rezensionen, die von ihm selbst stammen, vor, und man kann an ihr die Eigenart des Interesses an den Martyrien studieren, denen er ja auch in seiner Kirchengeschichte einen so breiten Raum zugemessen hat. Wie die Vorrede zur Kirchengeschichte ausweist, diente die Erzählung der Martyrien keineswegs zum Schmuck oder nur zur gewöhnlichen Erbauung, sondern sie bildet im

μήτε προσθεῖναι μήτε ἀφελεῖν δυνατὸν τῷ κατὰ τὸ εὐαγγέλιον αὐτὸ πολιτεύεσθαι προηρημένῳ). So kam es zum Leidwesen der Gemeinden nur selten zu wirklichen Märtyrerakten, und man mußte sich in der Regel mit der bloßen Tatsache und ihrer kalendarischen Fixierung begnügen.

Sinne des Eusebius einen notwendigen Hauptteil der Geschichte der christlichen Religion und gehört zur Lehre[1].

Prüfen wir aber die ältesten Märtyrerakten selbst, so liegt uns in denen des Polykarp der Bericht seiner Gemeinde selbst vor, augenscheinlich gestützt auf die Mitteilungen von Augen- und Ohrenzeugen. Die Akten der Märtyrer von Vienne und Lyon sind in der Form eines offiziellen Schreibens dieser Gemeinden entworfen, tragen den Stempel der Authentie an der Stirn und können es ruhig abwarten, ob die flüchtigen Bemerkungen, die jüngst gegen sie gerichtet worden sind, auf die Kritik Eindruck machen werden. Die Akten der Märtyrer von Scili sind aus dem Gerichtsprotokoll geflossen; auch hier wird die Bemängelung schwerlich die Fachgenossen überzeugen. Dasselbe gilt von den Akten des Cyprian, die auf mehreren authentischen Vorlagen, unter ihnen auch das Gerichtsprotokoll, ruhen. Die Perle aber unter den ältesten Martyrien, die Akten der Perpetua und Felicitas, zur Zeit des Septimius Severus, bestehen zum Teil aus Aufzeichnungen der Perpetua selbst (c. 2: »haec ordinem totum martyrii sui iam hinc ipsa narravit, sicut conscriptum manu sua et suo sensu reliquit«) und enthalten auch sonst durchweg authentisches Material. Bei ihnen ist aber noch die Einleitung des gleichzeitigen Redaktors von höchstem Werte, weil sie eben die Beurteilung der Martyrien unzweideutig zum Ausdruck bringt, die wir als die entscheidende hingestellt haben, und die der von Augustin geübten Beurteilung der Heilung aufs genaueste, ja fast wörtlich, entspricht. Die Einleitung lautet:

»Si vetera fidei exempla, et dei gratiam testificantia et aedificationem hominis operantia, propterea in litteris sunt digesta, ut lectione eorum quasi repraesentatione rerum et deus honoretur et homo confortetur [gemeint sind die NTlichen Schriften] — cur non et nova documenta aeque utrique causae convenientia et digerantur? vel quia proinde et haec vetera futura quandoque sunt et necessaria posteris, si in praesenti suo tempore minori deputantur auctoritati, propter praesumptam venerationem antiquitatis. sed viderint qui unam virtutem Spiritus unius Sancti pro aetatibus iudicent temporum, cum maiora reputanda sunt novitiora quaeque ut novissimiora, secundum exuperationem gratiae in ultima saeculi spatia decretam [dieser letzte Satz ist montanistisch, aber liegt doch an der Grenze der gemeinchristlichen Denkweise der ältesten Zeit, s. das Joh.-Ev.] ... itaque et nos qui sicut prophetias ita et visiones novas pariter repromissas

[1] So sagt er selbst von seiner (verlorenen) Συναγωγὴ τῶν ἀρχαίων μαρτυρίων (h. e. V. Prooem.): τῆς μὲν οὖν περὶ τούτων ἐντελεστάτης ὑφηγήσεως τὸ πᾶν σύγγραμμα τῇ τῶν μαρτύρων ἡμῖν κατατέτακται συναγωγῇ οὐχ ἱστορικὴν μόνον ἀλλὰ καὶ διδασκαλικὴν περιέχον διήγησιν. Umfaßte das Werk mehr als ein Dutzend Stücke?

et agnoscimus et honoramus ceterasque virtutes Spiritus Sancti ad instrumentum ecclesiae deputamus ... necessario et digerimus et ad gloriam dei lectione celebramus, ut ne qua aut imbecillitas aut desperatio fidei apud veteres tantum aestimet gratiam divinitatis conversatam, sive in martyrum sive in revelationum dignatione: cum semper deus operetur quae repromisit, non credentibus in testimonium, credentibus in beneficium. et nos itaque quod audivimus et contrectavimus annuntiamus et vobis, fratres et filioli, ut et vos qui interfuistis rememoremini gloriae domini, et qui nunc cognoscitis per auditum communionem habeatis cum sanctis martyribus et per illos cum domino Jesu Christo.«

Hier ist in klassischer Weise der Zweck der Aufzeichnung der Martyrien und die aus ihm mit Notwendigkeit fließende Forderung der Authentie (»quod audivimus et contrectavimus« nach 1. Joh. 1, 1) sowie ihre hohe Bedeutung, die sie an die Seite des Neuen Testaments stellt, zum Ausdruck gebracht; das spezifisch Montanistische kann dabei auf sich beruhen. Auch ergibt sich, wie bemerkt, eine volle Übereinstimmung mit dem, was Augustin durch die Aufzeichnung und Verbreitung der Heilungswunder in Form von »libelli«, die für die kirchliche Verlesung bestimmt waren, erreichen wollte. Selbst der Ausdruck »beneficium« ist dort und hier derselbe. Augustin (XXII, 8, 22) redet von »libelli eorum, qui beneficia percipiunt« (d. h. der wunderbar Geheilten); in unserem Proömium ist in dem Satze: »non credentibus in testimonium, credentibus in beneficium« unter »beneficium« alles das zu verstehen, was der heilige Geist in der Gegenwart direkt wirkt, d. h. eben die Martyrien und die Revelationes[1].

In eine tatsächliche Prüfung der uns erhaltenen, vor Diocletian niedergeschriebenen und wesentlich intakt gebliebenen Märtyrerakten einzugehen, ist hier nicht meine Aufgabe. Welche Märtyrerakten als authentisch in Betracht kommen, darüber besteht zwischen Delehaye[2],

[1] Man vergleiche zu dem Proömium der Perpetuaakten den authentischen Brief der Gemeinde von Smyrna über den Märtyrertod des Polykarp; man beachte (1), daß der Brief nicht nur an die Gemeinde von Philomelium gerichtet ist, sondern zugleich an »alle Parochien der heiligen Kirche«: er soll also ebenso bekannt werden wie die heiligen Schriften. vgl. auch c. 20, 1 des Briefes. (2), daß das eigentliche Stichwort des Briefes »τὸ κατὰ τὸ εὐαγγέλιον μαρτύριον« ist (s. 1, 1; 19, 1), d. h. es soll gezeigt werden, daß sich mit Polykarp etwas ereignet hat, was dem Evangelium gemäß ist und in welchem sich dieses sozusagen fortsetzt. Daher heißt es von Polykarp, daß er nicht nur ein διδάσκαλος ἐπίσημος gewesen sei, sondern auch ein μάρτυς ἔξοχος, οὗ τὸ μαρτύριον πάντες ἐπιθυμοῦσιν μιμεῖσθαι κατὰ τὸ εὐαγγέλιον Χριστοῦ γενόμενον. Polykarp dient also nunmehr, obgleich er zur gegenwärtigen Generation gehört, der ganzen Christenheit ebenso zum Vorbilde wie Christus und die Apostel. Auch die Akten über die Märtyrer von Vienne und Lyon sind nicht an eine Gemeinde geschickt, sondern an sämtliche Kirchen von Asien und Phrygien.

[2] Delehaye, Les Légendes Hagiographiques, 1905.

EHRHARD[1] und dem Verfasser[2] im wesentlichen Einverständnis, und nur ein paar Stücke sind kontrovers. Es handelt sich, wie oben bemerkt, überhaupt nur um eine verhältnismäßig (d. h. im Vergleich zur großen Menge der uns überlieferten Stücke) sehr geringe Anzahl, wenn man von den in Eusebs Sammlung der palästinensischen Märtyrer mitgeteilten Erzählungen absieht, die nicht als Märtyrerakten im vollen Sinn gelten können. Man sollte sich aber in der Kritik gewöhnen, die zeitgenössischen Akten von den späteren vollständig zu trennen, weil in den späteren — abgesehen von den wenigen, die auf zeitgenössische Urformen zurückgehen und nur überarbeitet sind — die Urkundlichkeit lediglich zur Form geworden ist. Es ist nun nicht meine Meinung, daß die vor Diocletian niedergeschriebenen Märtyrerakten unsre Ansprüche an Urkundlichkeit in jedem Sinne erfüllen; es liegt mir auch fern, in Abrede zu stellen, daß allgemeine literarische Einflüsse die Fassung der echten Martyrien, sei es bewußt, sei es unbewußt, mitbestimmt haben (s. o.) — aber gegenüber dem sicheren Eindruck der Urkundlichkeit, der sich bei den vor Diocletian niedergeschriebenen Martyrien auch durch zahlreiche Einzelbeweise stützen läßt, ist die Feststellung der konventionellen Züge eine untergeordnete Aufgabe, und sie führt auch nicht zu einem herostratischen Ergebnisse. Mit dem Hinweise auf die Verwandtschaft mit der apologetischen Literatur ist schlechterdings nichts bewiesen und ebensowenig mit dem Hinweis auf Wunder und auf Unglaubliches, was hin und her in diesen Martyrien berichtet wird. Solche Dinge wurden oft nicht nur bereits am nächsten Tage erzählt, sondern sie wurden subjektiv wirklich erlebt. Darüber sollte heute kein Streit mehr sein. Auch dieselben Wundervorgänge wurden immer wieder erlebt (Lichtglanz, Wohlgeruch, Stimmen usw.), so daß es vorschnell ist, aus der Wiederholung sofort auf literarische Mache zu schließen[3]. Das Urteil darüber, wo das Erlebnis aufgehört und die Mache begonnen hat, kann daher stets nur aus dem Kontexte bzw. der Art der Überlieferung gewonnen werden. Solange Martyrien wirklich vorkamen, so lange erlebte man auch Wunder bei ihrem Vollzug und hatte es daher nicht nötig, sie zu erfinden. Daß sie bei der Wiedergabe sehr rasch auch Vergrößerungen erfuhren bzw. nach Analogie schon bekannter Wunder erzählt wurden, ist freilich auch gewiß und nötigt den

[1] EHRHARD, Die griechischen Martyrien (Schriften der wissenschaftlichen Gesellschaft in Straßburg), 1907.

[2] HARNACK, Chronologie der altchristlichen Literatur, Bd. 2 (1904) S. 463 ff., vgl. auch KNOPF, Ausgewählte Märtyrerakten, 1901, und VON GEBHARDT, Acta Martyrum Selecta, 1902.

[3] Siehe WEINEL, Die Wirkungen des Geistes und der Geister bis Irenäus. 1899.

Kritiker zur Zurückhaltung; aber für die Beurteilung der Akten fallen diese Züge überhaupt nur wenig ins Gewicht. Endlich hat man die alten Martyrien auch deshalb bestritten, weil sie angeblich Verstöße gegen das römische Prozeßverfahren enthalten, die Beklagten unwahrscheinlich lange und despektierliche Reden halten lassen usw. Nur schade, daß wir den römischen Kriminalprozeß der Kaiserzeit in seinem Spielraum und seinen Details so wenig kennen und gerade die christlichen Martyrien eine Hauptquelle für ihn sind! Ich bin darum geneigt, diesen alten Berichten, wenn ihre Abfassung vor Diocletian feststeht, mehr zu trauen als den aprioristischen Erwägungen der Gelehrten des 20. Jahrhunderts darüber, was damals zulässig und möglich gewesen ist. Wenn z. B. Hr. Geffcken gewisse Züge in der Schilderung der Prozesse bei Eusebius (Mart. Pal.) und sonst, das Verhalten der Angeklagten betreffend, als unzulässig bzw. unmöglich beanstandet, so wird man sich zu fragen haben, ob es wahrscheinlich ist, daß sich Eusebius in seinen Berichten grober Verstöße gegen die damalige allbekannte Prozeßordnung schuldig gemacht habe, oder ob sich der moderne Kritiker nicht von einem Vorurteile darüber, was in einem solchen Prozeß zulässig war, hat bestimmen lassen. Eine Wandlung des Urteils scheint sich übrigens in dieser Hinsicht wieder anzubahnen. Hr. Wilcken hat in einer sehr wertvollen Studie »Zum Alexandrinischen Antisemitismus«[1] den literarischen Charakter der jüngst entdeckten, sogenannten heidnischen Märtyrerakten einer Kritik unterzogen und sich gegen Hrn. Reitzenstein ausgesprochen, der die Form des Protokolls hier in allen Fällen als Fiktion beurteilt hatte[2]. Zwar erklärt Hr. Wilcken, daß die Akten in der Form, in der sie heute vorliegen, sämtlich »Literatur« sind, aber er zeigt, daß die von ihnen gebotenen Protokolle auf echte Protokolle zurückgehen (und zwar auf die der kaiserlichen Kanzlei), und daß die Verfasser in erster Reihe in den Kreisen der Genossen der Märtyrer zu suchen sind. Dabei fällt auch für die Kritik der alten christlichen Märtyrerakten, welche Hr. Wilcken zur Vergleichung heranzieht, Nützliches ab. Aufs neue werden die Tatsachen, die man schon bei Mommsen lesen kann[3], bestätigt, daß die Tagebücher der Provinzialbeamten den Interessenten durch öffentliche Aushängung zugänglich waren und daß sie dann im Archiv deponiert wurden. »Daß es den Interessenten erlaubt wurde, Abschriften aus diesen in den Archiven deponierten Protokollen zu nehmen, zeigen zahlreiche Fälle, in denen einzelne Teile aus älteren Commentarii bei spä-

[1] Abhandl. der philol.-hist. Klasse der Kgl. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch., 27. Bd. Nr. 23 (1909).

[2] Nachrichten d. Gesellsch. d. Wissensch. in Göttingen, 1904, S. 331.

[3] Römisches Strafrecht S. 519 f. Juristische Schriften I S. 450.

teren Prozessen von den Parteien zitiert werden« (S. 829)[1]. Hr. Wilcken ist ferner der Meinung, daß die gefälschten christlichen Märtyrerakten Nachahmungen von echten Akten sind, d. h. von solchen, die auf echte Protokolle zurückgehen; »denn daß es in diesem Sinne echte Märtyrerakten gibt, ist mir trotz der neuerdings erhobenen prinzipiellen Bedenken nicht zweifelhaft« (S. 830). Indem nun Hr. Wilcken weiter untersucht, ob den heidnischen Märtyrerakten Protokolle zugrunde liegen, wo diese aufhören und wo die Überarbeitung beginnt, macht er darauf aufmerksam, daß die auf Papyrus erhaltenen Gerichtsprotokolle bekunden, daß ihr Hauptzweck darin bestand, die Amtshandlungen und Reden des Beamten festzuhalten. »Die Parteireden haben in ihnen nur sekundäre Bedeutung; daher wurden sie vielfach nur kurz skizziert, während sie gelegentlich (wohl bei den höheren Richtern) auch genauer protokolliert wurden.« Öfters sind auch nur die Reden der Richter in direkter Rede gegeben, während über die Parteireden in 3. Person referiert wird. »Besonders eklatant aber sind die Fälle, in denen die richterlichen Reden in großen Buchstaben geschrieben sind, die Parteireden dagegen in kleineren Buchstaben. Hieraus möchte man a priori ableiten, daß, im Gegensatz zu dieser ursprünglichen Bedeutung der Gerichtsprotokolle in den Überarbeitungen (christlicher Martyrien) die Richterreden immer mehr Nebensache geworden sind, die Reden der Christen dagegen immer breiter und immer erbaulicher ausgeführt wurden. Nach den wenigen Stichproben, die ich bisher machen konnte, glaube ich, daß eine systematische Untersuchung der gesamten Märtyrerakten auf diesen Punkt hin — natürlich unter Berücksichtigung der sonstigen Kriterien — für die Beurteilung der Distanz, in der sich die überarbeiteten Akten von den originalen Fassungen befinden, nicht ohne Nutzen sein würde« (S. 833f). Diese Beobachtung ist gewiß im allgemeinen einleuchtend und richtig, und doch muß auch sie mit Behutsamkeit angewandt werden: denn nach den oben gegebenen Nachweisungen war für die Christen bei den Prozessen auch schon in der ältesten Zeit das vor allem von Interesse, was der Märtyrer vor dem Richter und sonst gesagt hatte. Sie sind daher von Anfang an bestrebt gewesen, authentische Märtyrerreden zu erhalten bzw. Aufzeichnungen derselben. Reichten die Protokolle, wie Hr. Wilcken gezeigt hat, dafür häufig nicht

[1] Hiezu macht Hr. Wilcken die Anmerkung: »Hiernach kann es auch für die Christen keine Schwierigkeiten gehabt haben, Abschriften aus den Protokollen der Christenprozesse zu bekommen.« Hierfür hätte er sich auf den Antimontanisten Apollonius bei Eusebius h. e. V, 18, 9 berufen können, wo gegenüber der Behauptung der Montanisten, ihr Mitglied Alexander sei Confessor gewesen, gesagt wird, er sei vielmehr als Räuber dem Prokonsul vorgeführt worden; dann heißt es: οἱ θέλοντες μαθεῖν τὰ κατ᾽ αὐτὸν ἔχουσιν τὸ τῆς Ἀσίας δημόσιον ἀρχεῖον. Auch andere Belege gibt es noch.

aus, so mußten sie auf Ergänzungen aus authentischen Quellen bedacht sein. Daß sie solche in manchen Fällen erhalten konnten und erhalten haben, auch das ist oben gezeigt worden. Die Versuchung, sie willkürlich zu konstruieren, mag von Anfang vorhanden gewesen sein; aber sie wurde in ältester Zeit niedergehalten durch das Bewußtsein, die schwerste Sünde zu begehen, wenn man als Wort des Märtyrers, d. h. Christi, ausgab, was man selbst erfunden hatte. Erst als die Märtyrerzeit beendet war und man Märtyrerakten wie Berichte aus einer heroischen Vorzeit las, an die die Gegenwart nicht mehr heranreichte, fingen die Überarbeitungen und großen Fälschungen an, und es wurden die Martyrien, wie die apokryphen Apostelgeschichten, zu denen sie nunmehr gehörten, ein eigenes literarisches Genre. Von der Vorzeit erzählte man, wenn man von den Märtyrern erzählte, und die Phantasie brauchte sich nun von der Rücksicht auf die Authentie nicht mehr zügeln zu lassen; denn vom alten Heros durfte man alles Große aussagen, was man zu erdenken vermochte.

»Ab initio sic non erat«: dies erweisen zu helfen, war die Absicht dieser Blätter. Am Anfang stand die Abfassung von Märtyrerakten unter ganz anderen Bedingungen als später. Um durch authentische Urkunden zu erweisen, daß die Kirche der Gegenwart noch die Kirche des Ursprungs ist und daß Christus noch in dieser Kirche lebendig ist, dazu wurden sie geschrieben. Alle Bedingungen waren gegeben, um nur wesentlich zuverlässige Märtyrerakten zuzulassen, und die spärliche Zahl von Akten, die in den drei ersten Jahrhunderten verfaßt worden sind, beweist an sich schon, daß man damals solche Akten weder erschwindelt noch ein billiges literarisches Genre aus ihnen gemacht hat, so gewiß auch hier die Form der ältesten Martyrien, vor allem der Prozeß Jesu selbst, leise auf die Art der Erzählungen eingewirkt hat. Hrn. Geffckens Urteil: »Die Acta Apollonii, und hoffentlich (!) nicht nur diese, haben sich als frommer Trug erwiesen; es ist unmöglich, hier zwischen Echtem, Halbechtem, Unechtem wirklich genau zu unterscheiden; die Martyrien ... sind allzumal Sünder und sollten des Ruhmes ermangeln, den sie bisher genossen haben«, wird sich, das darf man zuversichtlich behaupten, immer sicherer als ein Irrtum darstellen. Hier sollte nur ein prinzipieller und besonders starker Gegengrund gegen den Irrtum geltend gemacht werden.

In der Geschichte eines jeden großen historischen Problems kommt immer einmal der Moment, wo an die Kritik das Ansinnen gestellt wird, das Objekt an den Mindestbietenden zu verkaufen und es damit aus der Welt zu schaffen. Gewöhnlich sind es Analogien und Vergleiche, mit denen man die Kritik zu verlocken sucht, und gewiß ist der Fortschritt in der Erkenntnis der Dinge, den wir durch die Nach-

weisung analoger Bildungen und durch Vergleichung gemacht haben, in der Literaturgeschichte überall sehr groß — auch aus der neuesten Phase der Kritik der Martyrien haben wir in dieser Hinsicht manches gelernt. Allein es gibt auch einen Unfug der Vergleichungen, Reduktionen und Neutralisierungen, der das Auge blendet und alles Eigenartige und Individuelle zu ersticken droht. Ihm gegenüber möchte man fast dem Warnungsrufe des Engländers recht geben: »Make no comparison!«

Ausgegeben am 10. Februar.

Berlin gedruckt in der Reichsdruckerei.

1910.

VIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

10. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Martens las über Zustandsänderungen der Metalle in Folge von Festigkeitsbeanspruchungen. (Ersch. später.)

Die Nachwirkungen bei der Belastung und Entlastung der Probestäbe werden vorgeführt.

2. Die Akademie genehmigte die Aufnahme einer von den HH. Conze und Dressel in der Sitzung der philosophisch-historischen Classe vom 13. Januar vorgelegten Abhandlung des wissenschaftlichen Beamten der Akademie Dr. von Fritze über die Münzen von Pergamon in den Anhang zu den Abhandlungen 1910.

Die Arbeit ist im Zusammenhange mit der Herausgabe der »Alterthümer von Pergamon« entstanden und umfasst, zugleich als Vorarbeit des betreffenden Abschnittes des akademischen Münzwerkes, die vorkaiserlichen Münzen von Pergamon und die der Kaiserzeit, sodann eine Untersuchung über die Beamtennamen und über die Homonoiamünzen.

3. Hr. Branca legte eine Arbeit des Hrn. Dr. Gothan vor: Untersuchung über die Entstehung der Lias-Steinkohlenflöze bei Fünfkirchen, Ungarn.

Für die in Deutschland wenig verbreiteten mesozoischen Kohlen war bezüglich ihrer Entstehung noch nichts bekannt; nun wird hier durch das Auffinden der Wurzelböden in der Lias-Kohle von Fünfkirchen der Beweis erbracht, dass auch diese Kohlen autochthon entstanden sind. Im Osttheile des Fünfkirchener Reviers, bei Vasas, finden sich häufig Gerölle von Kohle. Die Entstehungsweise dieser schwer zu verstehenden Dinge wird erklärt durch wirkliche Abrollung, aber zu einer Zeit, in welcher das Gestein noch nicht spröde Steinkohle, sondern noch Torf war. Beweisend für diese Auffassung scheint das Auffinden eben solcher Kohlegerölle in einem oberschlesischen Kohlenflöze zu sein, in welchem zugleich und ausnahmsweise auch Steingerölle sich finden.

4. Die Akademie hat dem correspondirenden Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Gustav von Tschermak in Wien zum fünfzigjährigen Doctorjubiläum eine Adresse gewidmet, deren Wortlaut unten folgt.

5. Vorgelegt wurden Bd. 18 der Deutschen Texte des Mittelalters, enthaltend Gundackers von Judenburg Christi Hort hrsg. von J. Jaksche. Berlin 1910, von Hrn. Planck sein Werk: Acht Vorlesungen über Theoretische Physik gehalten an der Columbia University in the City of New York im Frühjahr 1909. Leipzig 1910, und der von dem correspondirenden Mitglied Sir George Howard Darwin eingesandte 3. Band seiner Scientific Papers. Cambridge 1910.

6. Die Akademie hat durch die philosophisch-historische Classe für die von dem Cartell der deutschen Akademien in die Hand genommene Neuausgabe der Septuaginta als dritte Rate 2500 Mark und Hrn. Prof. Dr. Friedrich Schulthess in Göttingen zur Drucklegung seines Werkes »Kalila und Dimna. Syrisch und deutsch« ebenfalls 2500 Mark bewilligt.

Die Akademie hat das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hrn. Benedictus Niese in Halle a. S. am 1. Februar durch den Tod verloren.

Untersuchungen über die Entstehung der Lias-Steinkohlenflöze bei Fünfkirchen (Pécs, Ungarn).

Von Dr. W. GOTHAN
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. BRANCA.)

I. Vorbemerkungen.

Eine Unterstützung der Akademie hat es mir gestattet, Untersuchungen an den Fünfkirchener Lias-Steinkohlenflözen vorzunehmen, deren Resultate im folgenden kurz dargelegt sind. Angeregt wurden diese Untersuchungen durch die vielfache Forschungstätigkeit meines verehrten Lehrers H. POTONIÉ auf dem Gebiet der Entstehung der Kohlen überhaupt, der sich seit vielen Jahren mit diesen Fragen beschäftigt und besonders um die seit C. VON GÜMBEL als das Problem der Autochthonie und Allochthonie der Kohlenlager bezeichnete Frage sich große Verdienste erworben hat. Seine Studien erstreckten sich früher vornehmlich auf die karbonischen, für unser Vaterland so wichtigen Steinkohlenflöze, dann auch auf die tertiären Braunkohlenflöze und die subfossilen Torflager; mit diesen beiden letztgenannten Brennstoffen hat er sich in der letzten Zeit besonders beschäftigt, und so sind wir durch ihn und auch andere Forscher in den Fragen, die die Entstehung dieser Kaustobiolithe (d. h. brennbaren, organogenen Gesteine) betreffen, prinzipiell meist gut unterrichtet. Wenden wir unsere Blicke jedoch den mesozoischen Steinkohlen zu, die zwar bei uns in Deutschland keine größere Rolle spielen, anderswo jedoch, wie z. B. in Ostasien, eine um so großartigere, die derjenigen unserer karbonischen Steinkohlen durchaus ebenbürtig ist, so sind wir in diesen Fragen hier ganz und gar im Dunkeln, da einschlägige Untersuchungen ganz fehlen. Diese große Lücke auszufüllen, oder wenigstens einige Bausteine dazu beizutragen, sind die folgenden Untersuchungen bestimmt.

Da, wie gesagt, einschlägige Untersuchungen noch nirgends ausgeführt worden sind, so war es, um einen Erfolg möglichst zu sichern,

durchaus geboten, eine Lokalität aufzusuchen, wo solche Kohlenlager in größerer Anzahl und nennenswerter Mächtigkeit entwickelt sind, was, wie schon angedeutet, in Deutschland nirgend der Fall ist. Daß kleinere Vorkommnisse wegen ihrer Mangelhaftigkeit eine fruchtbringende Untersuchung in unseren Fragen nicht gestatten, hatte ich schon in früheren Jahren erfahren müssen; zunächst hatte ich auf einer Reise nach Bornholm, wo in den dortigen Rät-Lias-Schichten ein »Kohlenflöz« auftritt, mein Augenmerk hierauf gerichtet, jedoch ohne Erfolg, da es sich in dem in Hasle-Kulvaerk, nördlich Rönne anstehenden »Flöz« nur um einen schmalen, kohlig-tonigen (brandschieferartigen) Streifen handelt, der, ganz offenbar aus Pflanzenschwemmsel entstanden, wie einzelne Kohlenbrocken zeigen, die auch von der See ausgeworfen werden, den Namen »Flöz« nicht entfernt verdiente. Nicht anders war es mit dem »Kohlenflöz« an der Küste von Yorkshire, in der Nähe von Whitby, das ich im Jahre 1906 bei Gelegenheit der mit Unterstützung der Akademie ausgeführten Untersuchungen über den dortigen Gagat besichtigen konnte. Von regulärer, auch nur einige Zentimeter mächtiger Kohle konnte auch hier nicht die Rede sein, obwohl sich lokal z. B. nach Herries, The Geology of the Yorkshire Coast usw. 1906, S. 8, »occasional seams of coal, nearly six inches thick« finden. An dieser letztgenannten Stelle erhielt ich jedoch für künftige Untersuchungen in dieser Richtung wertvolle Winke über die vermutlichen Verhältnisse bei wirklichen mesozoischen Kohlenlagern. In der Frage der autochthonen Entstehung der Kohlenflöze spielt die Hauptrolle, insbesondere bei homogener, steinkohliger Beschaffenheit der Kohle, wo man dieser selbst meist nichts mehr ansehen kann, die Beschaffenheit des Liegenden, das im Karbon von den Rhizomen und »Wurzeln« (Appendizes) der Stigmarien, im Tertiär von anderen Wurzeln durchzogen ist, die den Gewächsen angehören, die die überlagernde Steinkohle des Flözes gebildet haben und ihre Wurzeln in das Flözliegende aussandten, wie wir das auch an den rezenten Analoga der Kohlenlager, den Torflagern, beobachten. Solche Wurzelböden, wie wir im folgenden allgemein solche von Wurzeln durchzogenen Böden bzw. Gesteine nennen wollen, finden sich nun an der Küste von Yorkshire in großer Ausdehnung im braunen Jura in einer Sandsteinbank (der lower Estuarine-beds), die sich kilometerlang oder wohl gar meilenlang an der Küste verfolgen läßt; die Wurzeln durchziehen diese Schicht (aus der übrigens auch die autochthonen Stücke von *Equisetites columnaris* Brongn. von dort stammen) ungefähr senkrecht zu den Schichtungsflächen und bieten ein durchaus ähnliches Bild wie die Wurzeln im Liegenden von tertiären Braunkohlen oder rezenten Torflagern (vgl.

die Abbildungen bei POTONIÉ, Entstehung der Steinkohle, 4. Aufl., 1907, S. 37, 38, 39). Die völlige Analogie mit diesen Wurzelböden zeigt zugleich, daß man es wirklich mit Wurzelresten zu tun hat, was man ja anatomisch nicht mehr nachweisen kann. Diese äußerlich unscheinbaren (deswegen von den englischen Geologen nicht oder kaum beachteten) Wurzeln unterscheiden sich von anderen dort zahlreich sich findenden Pflanzenabdrücken schon durch ihre Lagerung im Gestein, die senkrecht zu den Schichten (wie bei rezenten Wurzelböden) und damit auch zu der Ebene der sonst in den Schichten eingebetteten Pflanzenreste (Blätter usw.) orientiert ist.

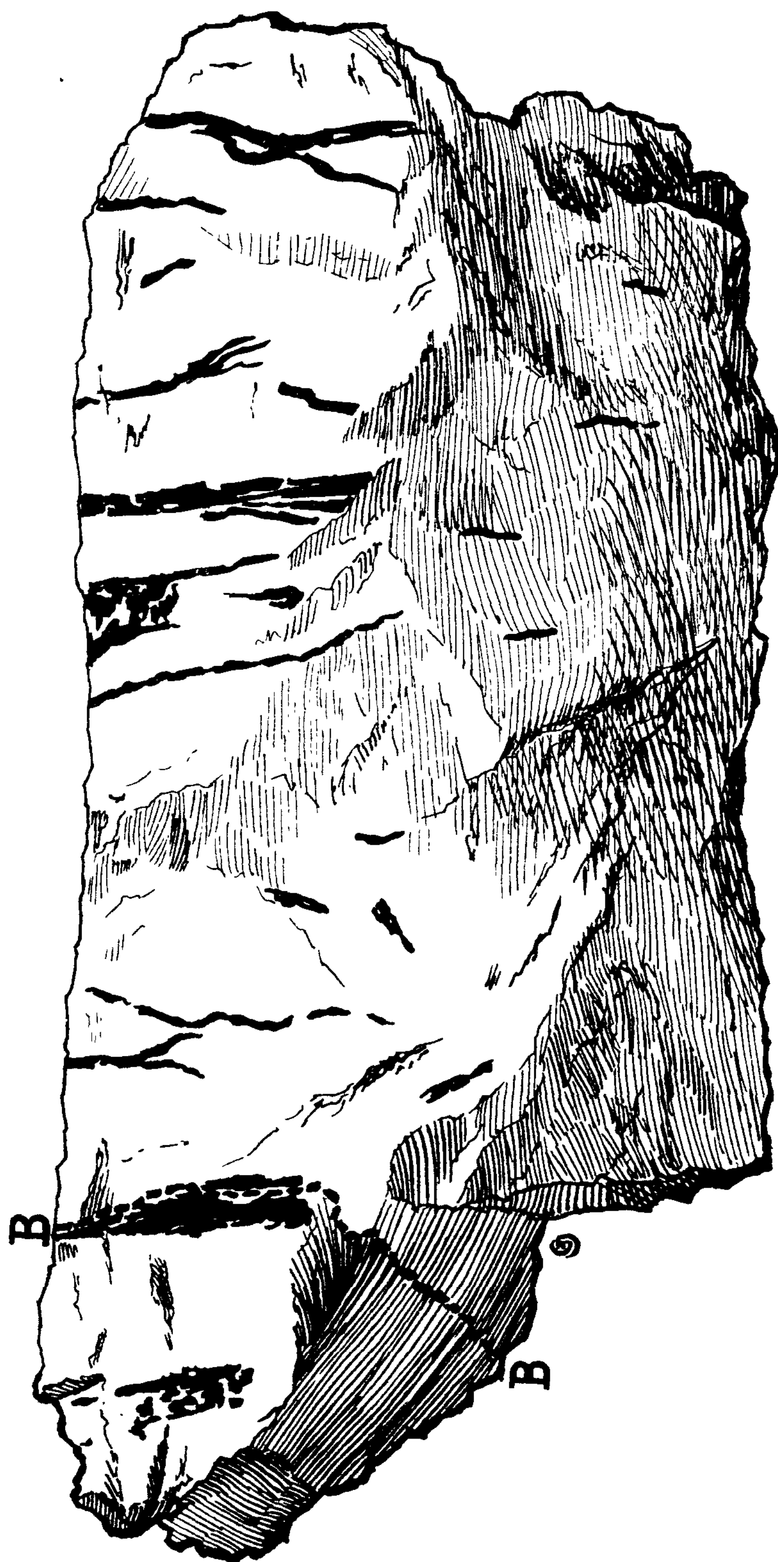
Meine Erwartung, bei wirklichen mesozoischen Kohlenablagerungen analoge Verhältnisse, d. h. Wurzelböden im Liegenden der Flöze, zu finden, wurde, wie wir im folgenden sehen werden, vollauf bestätigt. Das nächste größere mesozoische Steinkohlenvorkommen, das zugleich durch intensive Ausnutzung zahlreiche Aufschlüsse zeigt, ist das bekannte Fünfkirchener Revier, wo im unteren Lias etwa 100 Flöze (25—30 bauwürdige) von geringer bis 4 m (selbst 10 m) Mächtigkeit auftreten (vgl. z. B. Die Steinkohlenbergwerke der I. k. u. k. privilegierten Donau-Dampfschiffahrtsgesellschaft, Pécs (Fünfkirchen) 1905, S. 5) und einen ausgedehnten Bergbau hervorgerufen haben, der sich bei Fünfkirchen ganz im Besitze der I. k. u. k. privilegierten Donau-Dampfschiffahrtsgesellschaft befindet, deren Bergwerksdirektion und Verwaltung meine Zwecke in uneigennützigster Weise gefördert hat; besonders bin ich Hrn. Bergrat STRAKA und Hrn. Bergverwalter SIKORA zu Dank verpflichtet, die mir sowohl in der Grube als auch über Tage stets mit den Lokalitäten vertraute Beamte mitgaben; ohne eine so weitgehende Unterstützung hätten die Untersuchungen weit längere Zeit in Anspruch genommen.

II. Die Wurzelböden im Liegenden der Lias-Kohlenflöze von Fünfkirchen.

Die Untersuchungen des Flözliegenden begannen unter Tage in der Grube; naturgemäß suchte ich zunächst die Querschläge auf, die ein Beobachten des Flözliegenden bis zu ziemlicher Tiefe gestatten, während in den Ortsstrecken, die dem Flözstreichen folgen, nur dort etwas zu hoffen war, wo das Liegende mitgebrochen wurde, was auch vielfach der Fall war, aber doch in der Grube meist nicht die gewünschten Beobachtungen zuließ, aus Gründen, die wir später betrachten werden.

Gleich bei der ersten Grubenfahrt stieß ich nach wenigen 100 m Weg im Querschlag auf den ersehnten Wurzelboden, und zwar im Liegenden von Flöz 7 des Andreasschachtes, ferner, wenn auch weniger schön, im Liegenden von Flöz 2 und 6 (vgl. Fig. 1). Unter dem Flöz 7 befindet sich etwa 1 dcm unter der Kohle eine ziemlich zähe Schieferbank, über der sich bis zur Kohle ein zum Teil brandschieferartiger, kurzklüftiger Schiefer einschaltet; in dem genannten zähen, fast gar nicht klüftigen Schiefer bemerkt man selbst bei dem dürftigen und diese Untersuchungen sehr erschwerenden Grubenlampenlicht die sich wegen der dunklen Farbe des Schiefers nur wenig vom Gestein abhebenden, ungefähr senkrecht oder etwas schief zur Schichtungsfläche das Gestein allenthalben durchziehenden kohligen Wurzeln, bald dicker, bald dünner bis fein, wie das bei verzweigten Wurzeln nicht anders zu erwarten ist. An einer Stelle bemerkte ich unter Flöz 7 im Gestein auch ein ungefähr horizontal liegendes, mit kleinen Narben besetztes, walzenförmiges Rhizom, von dem deutlich Seitenwurzeln in das Gestein ausgingen; leider habe ich mich vergeblich bemüht, das Stück aus dem Gestein herauszubringen, da es schon bei geringem Meißeln in kleine Stücke zerfiel. Durch solche Horizontalrhizome wird die Analogie dieser mesozoischen Wurzelböden mit den karbonischen Stigmariaböden und den rezenten oder subfossilen Schilf- (Röhricht-) Böden noch auffallender. Versucht man, die Wurzeln von der genannten Schieferbank weiter zu verfolgen nach dem überlagernden Flöz zu, so bemerkt man sehr bald, daß sie in dem darüberlagernden schwärzlichen Brandschiefer unsichtbar werden, und alles Anhauen des Stoßes hilft nichts, die Beschaffenheit des Gesteins läßt die zweifellos vorhandenen (vgl. hierzu S. 135 unter 1) Wurzeln nicht mehr erkennen. Da unter einer größeren Anzahl von Flözen der dortigen Gegend Brandschiefer oder, was für unsere Beobachtungen fast dasselbe ausmacht, kurzklüftiger, dunkler Schiefer als Liegendes vorkommt, so erkannte ich bald, daß es ganz unmöglich sein würde, die Wurzelböden unter allen Flözen, soweit sie überhaupt eine Beobachtung zuließen, nachzuweisen. Ist dies, wie wir gleich sehen werden, selbst bei Tagesbeleuchtung nur zum Teil möglich, so ergibt sich von selbst, was bei den in der Grube herrschenden Verhältnissen zu erwarten ist. Auch ein Schiefer, der beim ersten Anblick die Hoffnung erweckte, für unsere Beobachtungen günstig zu sein, zeigte sich sehr oft dadurch unbrauchbar, daß er von senkrecht zu den Schichtflächen verlaufenden, kreuz und quer gerichteten feinen Kluftflächen in oft sehr großer Zahl durchsetzt war, nach denen das Gestein beim Anschlagen in lauter etwa würflige Stückchen zerfiel; da die vorhandenen Wurzeln natürlich nicht diesen Klüftungsflächen

Fig. 1.



Wurzelboden aus dem Liegenden von Flöz 7 des Andreasschachtes bei Fünfkirchen; die Papierfläche entspricht der Richtung senkrecht zur Schichtfläche, deren Kante die gerade Begrenzungslinie oben entspricht. Die schwarzen dicken bis dünneren Striche sind die Wurzeln, die sich in Wirklichkeit von dem dunkeln Schiefer weniger scharf abheben. Nach der Bruchlinie BB ist von dem Stück eine Partie abgeschlagen, auf deren Bruchflächen sich ebenfalls wie überhaupt in dem ganzen Gestein Wurzeln finden. Nat. Gr.

folgen und auch wegen des talkig-schmierigen Überzugs dieser Flächen nicht auf ihnen sichtbar sein würden, so erwies sich auch diese Art des Liegendgesteins als direkt unbrauchbar für unsere Untersuchungen[1]. Hierzu kommt noch, daß bei längerem Anstehen des Gesteins das herabtropfende, Kohlenstaub u. a. mitführende Wasser, die Auswitterungen am Gestein und schließlich die oft nicht zu entfernende Zimmerung an den Stößen (»Ulmen«) oft Beobachtungen unmöglich machen, man daher in der Grube meist nur bei frischerem, frei und noch nicht lange anstehendem Gestein Erfolg hat. Diese zahlreichen ungünstigen Umstände erklären es, weshalb man an vielen Stellen in der Grube (und auch am Tage) die gesuchten Wurzelböden nicht sehen kann. Daß ein Schluß auf deren Nichtvorhandensein ganz voreilig sein würde, zeigte sich bei den Tagesexkursionen, wo bei einer ganzen Anzahl von Flözen Wurzelböden nachgewiesen werden konnten, bei denen in der Grube keine sichtbar waren. Nachstehend eine Zusammenstellung der in den dortigen Gruben (unter Tage, soweit befahren) beobachteten Wurzelböden im Liegenden der Flöze:

1. Andreasschacht (Bergwerkskolonie) im Hauptquerschlag	Flöz 7 (sehr schön; Fig. 1)
	Flöz 2 } (im Querschlag, weniger typisch)
	Flöz 6 }
2. Schrollschacht (Bergwerkskolonie)	Flöz 13 (Stöße sehr naß)
3. Georgschacht bei Szabolcs	2 Flözchen nahe Flöz 13 auf der 2. Tiefbausohle (1. westl. Teilungsquerschlag)
	Flöz 23
4. Thommenschacht in Vasas	an 2 Flözen

Bedeutend eindrucksvoller zeigten sich die Wurzelböden bei den ziemlich zahlreichen dortigen Tagesausbissen der Flöze. Zwar liegen auch hier die Verhältnisse wegen der starken Verwitterung der Stöße, besonders wenn Brandschiefer oder ähnliches Liegendgestein vorliegt, ungünstig, doch kann man hier das Gestein an vielen Stellen beliebig und mit gutem Erfolg anschürfen. Legt man dann im Liegenden mehrere Meter weit die Wurzelböden bloß, wie ich das mehrfach getan habe, so ist die Erscheinung geradezu frappant und die Analogie mit den bekannten Wurzelböden des Tertiärs und des Plistozäns durchaus augenfällig und überzeugend. Nachfolgend eine Zusammenstellung der untersuchten Ausbisse, an denen Wurzelböden nachgewiesen wurden.

---

[1] Es ist ja übrigens im Karbon ganz ähnlich, wo man in ähnlich schlechtem Gestein zwar vielleicht die dicken Stigmariarhizome, nicht aber die dünnen Appendizes wahrnimmt, obwohl bei diesen wegen ihrer größeren Breite die Verhältnisse überhaupt günstiger liegen als bei unseren jurassischen Wurzelböden.

1. Ausbisse im Hohlweg etwa 1000 m nördlich des Andreasschachtes (etwa Flöz 6—11); die Verwitterung an den meisten Flözen war so stark, besonders wegen des brandschieferhaften Liegenden, daß meist nichts zu sehen war. Das eine Flöz führte aber in einiger Tiefe im Liegenden (wie etwa Flöz 7, Fig. 1) sandigen Schiefer, und hier konnte man den Wurzelboden auf beliebige Erstreckung bloßlegen. Da über dem sandigen Schiefer Tonschiefer folgt, dann eine Schicht Brandschiefer, so wurden auch hier die Wurzeln nach dem Flöz zu undeutlicher, im Brandschiefer selbst war auch hier nichts zu sehen. In der Grube hätte man sie schon in dem Tonschiefer nicht mehr gesehen.

2. Lampastal, oberhalb der alten Grubenhalden (nahe Stollen Nr. 3), sehr deutlich. Noch weiter im Tal hinauf tritt der »flözleere Sandstein« auf (Rätsandstein) mit Pflanzenschwemmsel (»Häcksel«); die früher vorhandenen Kohlenschmitzen in einem weiter hinaufgelegenen Steinbruch waren leider verschüttet.

3. Bei Vasas.

a) Ausbiß am Aufstieg zum Thommenschacht (Sandstein) im Liegenden von Flöz 11 (wenig Wurzeln).

b) In den Ausbissen im »Speckigen Tal« (Szalonas Gödör), am östlichen Hang, südlich nahe der Seilbahn; da die Verhältnisse hier günstig lagen, waren Wurzelböden sehr leicht nachzuweisen. Ein Flöz (? 11) zeigte hier ähnliche Verhältnisse wie Fig. 1; auch hier konnte man wie im Hohlweg beim Andreasschacht mit einiger Mühe auf beliebige Erstreckung den autochthonen Wurzelboden nachweisen.

Fassen wir kurz das Resultat des Vorigen zusammen, so läßt sich das Folgende sagen: Wie der in mehr als ein Dutzend Fällen nachgewiesene Wurzelboden im Liegenden der Fünfkirchener Lias-Steinkohlenflöze zeigt, sind diese, mindestens zum ganz überwiegenden Teile, autochthoner Entstehung wie die durchaus überwiegende Menge der jüngeren und älteren Humuslager der Jetztzeit, des Tertiärs und Paläozoikums; wenn sich dies nicht bei allen dortigen Flözen nachweisen ließ, so lag das ohne Zweifel an einer Reihe ungünstiger Umstände, die im vorigen dargelegt wurden[1], und auch an der Mangelhaftigkeit vieler Aufschlüsse in der Grube wie am Tage, an Schwierigkeiten, die einem z. B. im Karbon in gleichem Maße entgegentreten. Es ist allgemein zu vermuten, daß, wie im Paläozoikum und im Känozoikum, so auch im Mesozoikum die ganz überwiegende Mehrzahl der nennenswerten Steinkohlenlager ebenfalls autochthoner Entstehung sind; weitere Untersuchungen an anderen Punkten werden die Richtigkeit dieser Vermutung zweifellos immer mehr erweisen.

---

[1] Der Klüftigkeit des Gesteins usw. schreibe ich es auch zu, daß in den Bergemitteln, die sich bei autochthoner Entstehung der überlagernden Kohle ebenfalls als Wurzelböden zeigen müßten, solche in Fünfkirchen nicht nachgewiesen werden konnten, wenigstens an den aufgeschlossenen und besichtigten Stellen; in der Wealdenkohle bei Barsinghausen a. D., deren Liegendes ebenfalls, wie ich kürzlich feststellen konnte, typischer Wurzelboden ist (wie auch bei Obernkirchen, hier jedoch aus ähnlichen Gründen wie oben ausgeführt, weniger augenfällig), habe ich im Bergemittel dort ebenfalls Wurzelboden nachweisen können. Näheres über die dortigen den Fünfkirchener analogen Verhältnisse kann hier nicht gebracht werden.

III. Die Mugelkohlen der Fünfkirchener Steinkohlenvorkommnisse.

Ein höchst eigenartiges und in dieser Ausdehnung vielleicht einzig dastehendes Vorkommen bilden die von den dortigen Bergleuten als Mugelkohlen bezeichneten geröllartigen Einlagerungen in den Flözen beim Dorfe Vasas, nordöstlich von Fünfkirchen. Die Mugelkohlen (Fig. 2)

Fig. 2.



Eine Anzahl »Mugelkohlen« aus den Steinkohlenflözen von Vasas bei Fünfkirchen. Zwei davon sind durchgebrochen, die linke (oben) zeigt keine schalige Absonderung, die so oft für wesentlich für diese Kohlen gehalten wurde. 3/5 nat. Gr.

sind rundliche bis längliche (eiförmig bis ellipsoidisch), wie abgerollt aussehende Stücke reiner Kohle, die sich mitten in den Flözen des genannten Ortes (außerdem nach den Publikationen der Bergwerksgesellschaft noch in Flöz 6 auf dem Schrollschacht bei der Bergwerkskolonie nördlich von Fünfkirchen) unregelmäßig, bald weniger, bald zahlreicher finden, und zwar nach den Angaben des Herrn Bergverwalters Heindl in fast allen dortigen Flözen; ich habe sie selbst dort in mehreren Flözen gesehen. Auf dem Zechenplatz liegt oft eine große Menge davon zusammengeworfen herum, in den verschiedensten Größen, von kleinen, oft kaum mehr als nußgroßen, bis zu kopfgroßen Stücken; manche erreichen nach den Publikationen der Bergwerksgesellschaft selbt bis 40 cm Durchmesser. Die Oberfläche dieser Mugelkohlen ist

glänzend blank von Harnischen, und öfter (nicht immer!) läßt sich eine Art konzentrisch-schaliger Umhüllung — meist anscheinend nur eine Schale — von etwa $^1/_2$—1 cm Durchmesser konstatieren, ähnlich wie bei manchen Konkretionen (Inkrustaten), die ebenfalls aus reiner Kohle besteht; diese »Schale« läßt sich oft nur teilweise um die Mugelkohle herum verfolgen und zeigt oft eine sehr unregelmäßige Ausbildung. Die Knollen lassen sich stets — ausgenommen etwa, wenn die Kohle lokal bröcklig ist und an sich leicht zerfällt — ohne Schwierigkeit ganz aus der einschließenden Flözkohle herausgewinnen und sind immer vollkommen selbständige, rings scharf umgrenzte Körper, also es kommen etwa nur halbseitig ausgebildete »Mugelkohlen« nicht vor. Die Knollen finden sich nur in der Steinkohle der Flöze selbst, nicht in dem umgebenden Gestein.

Diese höchst eigenartigen Knollenkohlen haben natürlich seit langem die Aufmerksamkeit erregt, und eine Anzahl von Versuchen ist gemacht worden, ohne daß ein befriedigendes Resultat bisher erzielt worden wäre. Unter andern hat Zincken, der bekannte Verfasser der Physiographie der Braunkohle, ihnen einen eigenen kleinen Artikel gewidmet (Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1877, S. 272), wo er sie — wie unsere Figur 2 zeigt, durchaus irreführend — als Kugelkohlen bezeichnet. Einige dort gemachte Angaben kann ich nicht bestätigen. Er spricht von einem Kern . . ., um welchen sich $^1/_8$—$^3/_4$ Zoll starke Kohlenlagen mit auslaufenden Rändern herumlegen (ähnlich wie die Blätter einer Zwiebel). Es handelt sich aber meist nur um eine Lage, und auch diese fehlt öfter, kann also nichts Wesentliches an den Mugelkohlen sein. Daß die Kugelkohlen häufiger in der Nähe von Verwerfungen vorkommen, wie er weiter meint, ist mir dort nicht bestätigt worden, obwohl ich sowohl hiernach wie nach allem Möglichen gefragt habe; vielmehr läßt sich eine Gesetzmäßigkeit in dem Vorkommen der bald einzeln, bald zu mehreren bis vielen in mehr oder minder großer Nähe zusammenlagernden »Kugelkohlen« nicht erkennen. Nachfolgend eine Zusammenstellung der Deutungsversuche dieser merkwürdigen Kohlen nebst kritischen Bemerkungen; eine Zusammenstellung solcher, zum Teil auch von ungarischen Geologen gemachter, findet sich in verschiedenen Publikationen der Fünfkirchener Bergwerksgesellschaft.

Deutung der Mugelkohlen	Kritik
1. Sie wurden als »Früchte« ausgestorbener Pflanzen angesehen.	Unmöglich, schon wegen der sehr verschiedenen Größe; wir kennen auch keinen mesozoischen Baum, der Früchte von bis 40 cm Durchmesser getragen haben könnte.

Deutung der Mugelkohlen	Kritik
2. Sie wurden als Reste von Pflanzenstämmen (»restes de végétaux caudiciformes«) angesehen.	Schon die rundliche Form und die scharfe Abgrenzung gegen die Flözkohle macht diese Erklärung unannehmbar.
3. Sie wurden als durch Gebirgsdruck enstanden erklärt.	Das »Wie« dieser mehrfach (vgl. auch hinten) geäußerten Ansicht ist ganz unklar; wie soll man sich das Entstehen ringsum abgegrenzter und abgerundeter Gebilde in regelmäßig abgelagerten Flözen durch Wirkung von Gebirgsdruck vorstellen, zumal die Lagerungsverhältnisse in Vasas weniger gestört sind als in den westlich gelegenen Gruben, wo diese Mugelkohlen gerade fehlen? Entscheidend dürfte für die Ablehnung dieser Erklärungsart die Tatsache sein, daß man niemals in einem Anfangsstadium der Bildung befindliche Mugelkohlen, also etwa halbseitig »fertige« findet, sondern immer nur vollkommen rings umgrenzte; ferner, daß oft ganz isolierte »Mugelkohlen« im Flöz vorkommen. Vgl. auch das Folgende.
4. Laut mündlicher Mitteilung in Vasas wurde ihre Entstehung mit den dort vorhandenen Durchbrüchen von Eruptivgestein in Verbindung gebracht.	Das »Wie« ist hier ganz unklar. Das Eruptivgestein (Diorit) hat dort wie gewöhnlich keine andere Folge gehabt als die lokale Verkokung der Kohle, zum Teil unter Stengelkoksbildung.
5. Sie wurden als Gerölle angesehen (»charriés dans la houille comme galets solides de couches antérieures«, in einer Publikation der Bergwerksgesellschaft 1900).	Vgl. das Folgende.

In letzter Zeit sind die Vasaser Mugelkohlen erwähnt worden von Hofmann (Geschiebe in Kohlenflözen, Sitzungsber. d. Kgl. Böhm. Ges. d. Wiss. 1909, S. 5 und 6 Separ., der die Mitteilung Zinckens anführt; (auf die Hofmannsche Publikation machte mich Hr. Geheimrat Keilhack freundlichst aufmerksam). Hofmann hatte ganz den Vasaser Vorkommnissen ähnelnde Stücke aus dem Franzisciflöz in Polnisch-Ostrau zugesandt bekommen. Er hielt sie zunächst für echte Gerölle, kam aber dann davon ab und erklärte die »Pseudogeschiebe« für Druckerscheinungen. Das Flöz sei durch gewaltigen Gebirgsdruck in parallelepipedische Stücke zerspalten (seine Figur 11, Taf. II) und die einzelnen Stücke hätten durch weitere Kantenrundung infolge von Pressung runde Form angenommen. Indessen zeigt schon seine eigene Figur 10 (Taf. II), daß seine Anschauung unrichtig ist, denn hier sieht man von einer

Zertrümmerung in parallelepipedische Stücke nichts. Schließlich wie soll auf diese Weise das Auftreten einzelner »Pseudogeschiebe« im Flöz erklärt werden? Und warum sind dann, wie das wohl unbedingt zu erwarten wäre, nicht auch erst teilweise ausgebildete »Kugelkohlen« sichtbar? (vgl. auch Tabelle S. 138 Nr. 3). Hofmann meint, daß die »Pseudogeschiebe« darum an Ort und Stelle gebildete Kohle seien, weil die Schichten der umgebenden Steinkohle ungestört durch sie hindurchsetzen. Seine Figur 10 zeigt das aber nur in sehr untergeordnetem Grade. Und wenn einige Glanzkohlenstreifen wirklich homogen durchgehen sollten, so beweist das doch nicht die Entstehung an Ort und Stelle, da die homogen fortschreitende Inkohlung des Flözes Unterschiede in der Struktur der Flöz- und Mugelkohle stark verwischt haben kann.

Diejenige Anschauung, die ich selbst mir gleich beim ersten Anblick der »Mugelkohlen« gebildet hatte und die ich im folgenden zu begründen versuchen werde, ist bereits in der Tabelle S. 138 unter Nr. 5 angedeutet; in der Tat ist die Auffassung dieser als Gerölle die zunächst einleuchtende, der auch Hofmann anfänglich zuneigte, von der er aber dann wieder abkam.

Von größerer Bedeutung ist für unsere Frage ein Fund geworden, den ich zufällig in den Sammlungen der Kgl. Geologischen Landesanstalt machte. Ich entdeckte hier eine Anzahl »Kohlengerölle«, ganz ähnlich den Kugelkohlen von Vasas und den von Hofmann beschriebenen aus dem Karolineflöz der Gruben Gute Zuflucht und Ferdinand bei Kattowitz (Oberschlesien); bei einigen stand noch ausdrücklich vermerkt: aus dem Karolineflöz. Für denjenigen, der die Vasaser Vorkommnisse kennt, war die Herkunft aus dem Flöz selbst auch so ohne Zweifel; immerhin bildete die Bemerkung eine erwünschte Bestätigung[1]; und ebenso ist zur Bestätigung dieser Vermutung die Hofmannsche Publikation wertvoll, wo es sich auch um karbonische, und zwar oberschlesische Vorkommen handelt. Das Wichtige an dem genannten Funde ist, daß in demselben Flöz (Karoline) von derselben Grube auch zweifellose Gerölle (Quarzit, Granulit usw.) vorkommen, wie sie aus Oberschlesien durch Stur und Weiss, aus dem Ruhrrevier durch Mentzel u. a. bekannt sind. Dieses Zusammenvorkommen macht es sehr wahrscheinlich, daß es sich, wie in den Steingeröllen, auch in den »Kugelkohlen« um echte Gerölle han-

[1] Durch die Freundlichkeit des Hrn. Bergassessor Kukuk konnte ich kürzlich in Bochum in der Sammlung der Bergschule karbonische Kohlengerölle aus Nebengestein sehen, die sich schon durch die runzlige, korrodierte Oberfläche sofort von den vorliegenden, im Flöz vorkommenden unterscheiden.

delt[1]. Nun kommen allerdings bei Vasas die Mugelkohlen nicht mit Steingeröllen zusammen in den Flözen vor; aber dieses letztere kann offenbar nur unter selteneren Umständen der Fall sein; wegen des verschiedenen spezifischen Gewichts werden Torf- oder Kohlengerölle leichter transportiert als Steingerölle, und die ersteren vertragen natürlich lange nicht einen so weiten Transport wie Steingerölle, wegen des leichter zerstörbaren Materials, aus dem sie bestehen. Bezüglich der Seltenheit der Kohlengerölle sei noch bemerkt, daß diese wohl oft übersehen sind, da sie aus demselben Material wie das Flöz selbst bestehen und nur auffallen, wenn ihre Kohle besonders fest sich zeigt. So mag schon manches Kohlengeröll unter der Hacke oder bei der Sprengarbeit des Bergmanns oder in der Kohlenseparation ungesehen zerstört worden sein, und dies um so mehr, als die Kohlengerölle sonst an den meisten Punkten nur vereinzelt vorkommen.

Wir haben zum Schluß noch einige Erörterungen darüber anzufügen, wie und ob sich die Einzelerscheinungen, die die Mugelkohlen zeigen, mit der Annahme in Einklang bringen lassen, daß es sich um Kohlengerölle handelt. Zunächst braucht man, meiner Meinung nach, bei dem Namen Gerölle nicht an einen weiten Transport, etwa aus anderen Flözen oder aus entfernt liegenden Teilen des Flözes, zu denken; es kann sich — und dieser Annahme möchte ich zuneigen — um eine Bedeckung eines mehr oder weniger großen Teiles oder einzelner Partien des jurassischen Waldmoors durch Wasser gehandelt haben; das überstehende Wasser ward vom Winde bewegt, und der Wellenschlag allein kann schon solche Gerölle erzeugt haben, die aus festeren Partien der Torfsubstanz bestanden; diese wurde zerkleinert, und festere Bestandteile derselben, die nicht aufgerieben wurden, erhielten durch die Tätigkeit von Wind und Wasser die Geröllform. In dieser Form sanken sie in den Humusschlamm mehr oder weniger tief ein, und dies ist wohl der Grund, weshalb sie sich jetzt als Mugelkohlen in so verschiedenen Niveaus der Flöze finden. Man könnte hier entgegenhalten, daß die Beschaffenheit des Torfes ein solches Einsinken nicht zulasse. Das wäre richtig, wenn man gewiß wäre, daß der Torf der Juramoore die Beschaffenheit unserer heimischen Moortorfe gehabt hat; dies ist aber durchaus nicht ohne weiteres anzunehmen. Vergegenwärtigen wir uns, daß die Juramoorvegetation unter mehr oder minder tropischen Bedingungen — wenigstens in unseren oder südlicheren Breiten

[1] Auch aus dem Saarrevier (Grube Reden) ist uns vor einigen Jahren ein Kohlengeröll zugegangen, wohl auch aus der Flözkohle selbst, was indes nicht sicher ist, da es erst in der Separation zum Vorschein kam.

— gediehen ist, so liegt es vielleicht näher, als Parallele den Torf eines Tropenmoores der Jetztzeit heranzuziehen, wie wir ein solches durch Potonié nun endlich kennen gelernt haben (Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. Bd. XXX, T. I, 2, S. 379 ff.); hier hat der Torf zum allergrößten Teile durchaus schlammige Beschaffenheit, und in ihm würden daher solche Gerölle leicht untersinken. Außerdem müßten wir, der oben gemachten Annahme von größeren Wasserflächen auf dem Juramoor folgend, ein Einsinken um so mehr annehmen, als ganz bestimmt die Torfpartien am Boden dieser als seicht vorzustellenden »Moorseen« bis zu mehr oder minder großer Tiefe zu feinem Schlamm aufgerieben sein werden; gerieten die sich wohl am Rande dieser Wässer bildenden Gerölle in den Schlamm hinein, so sanken sie darin unter. Diese Annahme würde auch zugleich erklären, warum nicht anderweitige mineralische Sedimente mit den Geröllen in das Moor hineingeraten sind, wie das bei einer ähnlichen Bildungsweise, wie sie unsere Torfgerölle am Seestrande durchmachen, zu fordern wäre. (Eine solche Miteinschwemmung von Sedimenten wäre man übrigens noch weit eher berechtigt bei den echten Steingeröllen in Flözen zu fordern, bei denen dies erfahrungsgemäß auch nicht der Fall ist, obwohl diese wohl ganz sicher von weiterher aus dem anstehenden festen Gestein von Gebirgen usw. stammen.) Es steht mit diesen Annahmen keineswegs im Widerspruch, daß die Kohlenbeschaffenheit der Flöze nach dem Liegenden oder Hangenden zu keine nennenswerte, auf diese Verhältnisse zurückgehende Verschiedenheit in der Kohlenbeschaffenheit erkennen läßt; denn natürlich werden die angenommenen »Moorseen« nicht dauernd bestanden haben, sondern vor Einbettung des Moors ihrerseits wieder verlandet sein, und so wäre kaum anzunehmen, daß wegen der Durchsetzung mit der als Verlander auftretenden autochthonen Vegetation die etwa umgearbeiteten Partien des Flözes dies etwa noch in der Kohlenbeschaffenheit ahnen lassen. Mag man auch einwenden, daß direkte Analoga eines solchen großen Moores mit solchen größeren Moorseen heute nicht bekannt sind, so kann man dem entgegenhalten, daß, da das Auftreten der Mugelkohlen in dieser Menge wie bei Fünfkirchen etwas ganz Ungewöhnliches ist, auch die Verhältnisse der Juramoore an den betreffenden Stellen ebenfalls eigenartige gewesen sein werden. Die übrigen Annahmen sind jedenfalls, nach meiner Ansicht, noch viel unwahrscheinlicher und hypothetischer als die unsrige.

Einiger Worte bedürfen schließlich noch die Rutschflächen und die schalige Absonderung, die, wie oben erwähnt, die Mugelkohlen

außen öfter zeigen. Die Rutschflächen dürften es wohl in erster Linie gewesen sein, die die Meinung nahelegten, daß man es in den Mugelkohlen mit Druckerscheinungen zu tun habe. Die Entstehung von Rutschflächen erfordert aber durchaus keinen erheblichen Gebirgsdruck, wie man vielfach geneigt scheint anzunehmen; die Guilelmiten, manche Inkrustate (Konkretionen) in sehr feinschiefrigen Gesteinen, Muscheln u. a. in feinem Schiefer (Anthrakosien usw.) zeigen oft eine glänzende Oberfläche, ohne nennenswert verschoben oder verrutscht zu sein, so daß zweifellos eine ganz geringe Verschiebung im Gestein genügt, um Harnische auftreten zu lassen; im Hinblick auf die eigentümlichen, zweifellos auf anorganischem Wege entstandenen Guilelmiten scheint es fast, als ob in feinschiefrigem Gestein Rutschflächen schon als Absonderungsflächen auftreten. Um noch ein besonders eklatantes Beispiel anzuführen, erwähne ich, daß sich in den Sammlungen der Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt eine Platte aus dem Karbon des Saarreviers befindet, die auf einer spiegelblanken Rutschfläche einen so empfindlichen und zarten Farn wie *Palmatopteris subgeniculata* in fast unversehrtem Zustande zeigt! Daß die Kohle besonders zu Harnischbildung neigt, ist ja bekannt, und so genügt der Betrag der Verschiebung, um den die Flözkohle bei der späteren Auffaltung in sich verschoben ist, vollauf und übergenug, um das Entstehen der Rutschflächen zu erklären.

Auch die vorn erwähnte schalige Absonderung der äußersten Schicht, die oft an den Mugelkohlen bemerkbar ist, scheint durchaus nicht der Deutung dieser Gebilde als Gerölle im Wege zu stehen. Die einhüllende Schale der Mugelkohlen besteht, wie schon vorn bemerkt, ebenfalls aus Kohle, und zwar aus einer Kohle, die sich weder von der Flöz- noch von der Mugelkohle unterscheidet. In dieser Schalenbildung hat man es mit einer sekundären Erscheinung zu tun, die wohl erst auftrat, als das Flöz selbst mehr oder minder steinkohlig geworden war. Man weiß, daß sehr leicht in der Kohle glänzende Absonderungsflächen entstehen, die Schlechten, die bei der Hereingewinnung der Kohle eine so große Rolle spielen und die auch als das ganze Flöz durchsetzend durch unsere Mugelkohlen hindurchsetzen. Die Absonderungsschale der Mugelkohlen dürfte bei der Aufrichtung der Flöze entstanden sein, bei der die Einzelteile des Flözes eine gewisse Verschiebung gegeneinander erlitten, die zwar nicht groß gewesen sein mag, aber zur Bildung von Schlechten und Absonderungs- (Rutsch-) Flächen vollauf hinreicht. Man kann sich die Schale etwa entstanden denken nach Art einer Schieferung: Wirkt z. B. auf ein Faulschlammgestein u. dgl. ein Druck ein, so tritt eine Schieferung senkrecht zur Druckrichtung ein. Bei der Aufrichtung

der Flöze werden in der Kohle selbst wohl Druckkräfte mannigfacher Richtung ausgelöst sein, die, von verschiedenen Seiten auf die eingeschlossenen Mugelkohlen wirkend, die schalige Absonderung bei diesen hervorgebracht haben mögen. Wie solche verschieden gerichteten Druckkräfte wirksam werden können, läßt sich leicht einsehen, wenn man bedenkt, daß als eine Kraft z. B. die Druckrichtung der auflastenden Gebirgsschichten, als eine andere die Richtung der aufrichtenden Kraft gewirkt haben wird, die mehr von der Seite her gewirkt haben kann. Diese Druckkräfte[1] können sehr wohl an den eingeschlossenen Gebilden der Mugelkohlen schalige Absonderung hervorgerufen haben, während man sich eine Entstehung solcher Mugelkohlen, wie Hofmann u. a. wollen, auf diesem Wege schlechterdings nicht vorstellen kann. Warum entstehen denn diese Gebilde, wenn das richtig ist, nicht regelmäßig, wo wir doch aufgefaltete Flöze in Hülle und Fülle haben? Demgegenüber erscheint die von uns akzeptierte Geröllhypothese für die Mugelkohlen weit natürlicher.

[1] Daß die eingeschlossenen Mugelkohlen nachträglich Druckwirkungen unterlegen haben, geht auch aus der öfters etwas unregelmäßig verdrückten Oberfläche und den oft vorhandenen ebenflächigen Stellen hervor, die sich auch aus Fig. 2 (z. B. an dem in der Mitte liegenden Stück) erkennen lassen.

Adresse an Hrn. Gustav von Tschermak zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 3. Februar 1910.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Zu Ihrem heutigen Ehrentage bringt die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften Ihnen herzliche Glückwünsche dar. Als Sie Ihre Forschertätigkeit begannen, bewegte sich die Mehrzahl der deutschen Mineralogen noch in dem eng umgrenzten Gebiet, auf das die naturhistorische Richtung der Mineralogie sich beschränkte. Mit erweiterten Zielen betraten Sie schon in Ihren ersten Veröffentlichungen den Weg, den Sie seitdem mit den glücklichsten Erfolgen durchschritten haben. Die Aufsuchung des Zusammenhanges, der die chemischen und die physikalischen Eigenschaften der Mineralien beherrscht, leitete Sie zunächst in der Gruppe der Feldspäte zu einem Ergebnis, für das Ihnen nicht nur die Mineralogie zu Dank verpflichtet ist. Auch auf die Entwickelung der Petrographie haben Sie alsbald einen maßgebenden Einfluß ausgeübt. Unabhängig von J. Chr. Fr. Hessel, dessen Deutung der chemischen Natur der Kalknatronfeldspäte ebenso unbeachtet geblieben war wie seine kristallographische Leistung, erkannten Sie in jenen Stoffen eine ununterbrochene Reihe von Mischkristallen, in denen die freie Oberflächenform und die Raumerfüllung stetige Funktionen des Mengenverhältnisses der Endglieder sind. Seitdem hat jede sorgfältige Untersuchung zu einer Bestätigung Ihrer Auffassung geführt.

Angeregt durch eine Preisaufgabe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, wandten Sie sich petrographischen Arbeiten zu. In rascher Folge veröffentlichten Sie eine Reihe von Abhandlungen, in denen Sie die Kenntnis der Ergußgesteine des Riesengebirges, der Ostalpen und der Karpathen durch vorurteilsfreie mineralogische Untersuchungen an bekannten oder von Ihnen entdeckten Felsarten ungemein erweiterten. An einem besonders wichtigen Beispiele gelang es Ihnen schon damals zu zeigen, mit welchem Vorteil die optischen Eigenschaften von Gesteinsgemengteilen zu ihrer Unterscheidung benutzt werden können.

Frühzeitig widmeten Sie sich der Enthüllung des chemischen Aufbaues von Silikaten, die so beständig sind, daß alle Versuche, einen allmählichen Abbau ihrer Moleküle experimentell herbeizuführen, vergeblich waren. In scharfsinniger Weise zeigten Sie, wie die Wandlungen, welche die Mineralien in der Erdrinde erleiden, geeignet sind, einen Einblick in die Konstitution von genetisch miteinander verknüpften Verbindungen zu gewähren.

Einen durchschlagenden Erfolg erzielten Ihre langjährigen, mit wahrer Hingebung durchgeführten Arbeiten über die Gruppen der Glimmer und der Chlorite. Viele Bemühungen, die physikalische und chemische Beschaffenheit dieser in ihrer Zusammensetzung außerordentlich schwankenden Stoffe aufzuklären, waren gescheitert an der Ungunst des Materiales oder an der Unvollkommenheit der Methoden. Eine glückliche Arbeitsteilung ermöglichte Ihnen die Überwindung der großen Schwierigkeiten, die Ihnen hier entgegentraten. Nachdem Ihnen die Entzifferung der komplizierten Kristallgestalten jener Mineralien gelungen war, ermittelte Ernst Ludwig deren chemische Zusammensetzung durch die von ihm erprobten oder neu aufgefundenen Verfahren. Auf solche Weise entstanden meisterhafte mineralogisch-chemische Monographien, die eine zuverlässige Grundlage für alle späteren Forschungen darbieten.

Eine Ihrer Lieblingsaufgaben bildete die Untersuchung der Steinmeteoriten, zu denen Sie die reichen Schätze des Ihrer Verwaltung anvertrauten Hofmineralienkabinetts benutzen konnten. Erst durch Ihre mikroskopischen Arbeiten wurde die große Mannigfaltigkeit in der Zusammensetzung und Struktur dieser kosmischen Gesteine bekannt. Sie wiesen nach, daß mit der den irdischen Felsarten fremden chondritischen Beschaffenheit gewöhnlich die Erscheinung verbunden ist, daß ein großer Teil der Bestandteile nur in Bruchstücken auftritt. Durch diese Wahrnehmungen begründeten Sie die Vorstellung, daß die Meteoriten Abkömmlinge von Himmelskörpern sind, die in der vulkanischen Phase ihrer Entwickelung zum Teil oder ganz zerstäubt und in Trümmer aufgelöst wurden.

Möge es Ihnen, hochgeehrter Herr Kollege, noch lange vergönnt sein, sich des Aufschwunges der mineralogischen Forschung zu erfreuen, zu dessen Förderung Sie durch Ihre erfolgreichen Arbeiten und durch ihre begeisterte akademische Lehrtätigkeit so viel beigetragen haben.

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 17. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1910.

IX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

17. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*Hr. Stumpf las über Structurverschiedenheiten der Wahrnehmungsinhalte.

An den Sinneserscheinungen unterscheiden wir qualitative, attributive, quantitative Theile, deren charakteristische Merkmale der Vortragende besprach. Aber auch die psychischen Functionen weisen ein Gefüge auf, in welchem Theilfunctionen unter sich und mit ihren primären Inhalten nach besonderen Gesetzen zusammenhängen. Ebenso besitzen psychische Gebilde (Inbegriffe, Allgemeinbegriffe, Sachverhalte, Werthe) den einzelnen Klassen eigenthümliche Verknüpfungsformen. Endlich werden in jedem wahrnehmbaren Verhältnisse seine Fundamente, in vielen auch Theilverhältnisse, mit wahrgenommen (Relationstheile). — Anwendungen auf den Substanzbegriff und die Frage des psychophysischen Parallelismus erläuterten die Bedeutung dieses, die Lehre von den Theilen betreffenden, Kapitels der allgemeinen Verhältnisslehre.

Kyprische Sakralinschrift.

Von Prof. Richard Meister
in Leipzig.

(Vorgelegt von Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff am 13. Januar [s. oben S. 23].)

Hierzu Taf. I und II.

Die erste Nachricht von der Existenz der hier publizierten beschriebenen Tontafel erhielt ich durch Hrn. G. Francis Hill, M. A., im Britischen Museum, der so freundlich war, meine Bitte um nähere Auskunft Hrn. W. James Massy, Kol., der die Tafel in Kypros erworben hatte, zu übermitteln. Hr. Massy schrieb mir darauf, daß er die Tafel dem früheren High Commissioner of Cyprus, Sir Henry Bulwer, G. C. M. G., geschenkt habe, in dessen Besitz sie jetzt sei, gab mir aber zugleich im Namen von Sir Henry Bulwer die Erlaubnis, die Inschrift zu veröffentlichen, und übersandte mir für beide Seiten der Tafel Photographie und Abklatsch. Ich spreche den HH. G. F. Hill und W. J. Massy sowie dem Eigentümer der Tafel, Sir Henry Bulwer, auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank für ihr freundliches Entgegenkommen aus.

Über den Fundort hat mir Kolonel W. J. Massy folgendes mitgeteilt: »The fragment was found amongst rubbish in a tomb situate at the S. base of the Northern Mountain range. The site occupied a position with regard to Jastriká (Hogarth's Aphrodisium) about the same as that of Larnaka tis Lapithou, in regard to Lapithos some thirty miles to the West. The tomb bore a striking resemblance to one near Phlamoudhi, described by Hogarth (Devia Cypria pp. 99—101) with a sunken Court open to the sky and colonnades, seemingly a form of sepulchre uncommon in that part of the Island.«

Aus der Gestalt der Schriftzeichen läßt sich vorderhand bezüglich der Herkunft der Inschrift nur das eine schließen, daß sie nicht aus Paphos stammt, da die entscheidenden Zeichen die gemeinkyprische, nicht die paphische Form haben. Die Zeit ihrer Abfassung liegt, da sie den Gebrauch des Artikels noch nicht kennt, vor dem 5. Jahrhundert v. Chr. Nach Material, Schriftcharakter und Inhalt erinnert sie

am meisten an die aus Levkoniko stammende fragmentierte Tontafel im Leipziger Museum für Völkerkunde, auf der Reste eines Festberichtes aus einem Heiligtum des ἈΠόΛΛΩΝ ΔΑΥΧΝΑΦόΡΙΟϹ stehen (Sächs. Berichte 1908, 2 ff.). Auch die Bulwersche Tontafel ist fragmentiert, doch fehlt nicht allzuviel. Die beiden Löcher nämlich, die, wie die Protuberanz an ihren Rändern beweist, in den noch weichen Ton eingebohrt worden sind, um einen Faden zum Aufhängen der Platte durchzuziehen, befinden sich fast in der Mitte der längeren Horizontalkante, die danach entweder in ihrer ursprünglichen Länge vollständig erhalten ist oder nur wenig, keinesfalls mehr als ein halbes Zentimeter, verloren hat. Wir können also die ursprüngliche Größe der rechtwinkligen Tafel durch eine Senkrechte, die wir von der Bruchstelle der längeren Horizontalkante nach der Verlängerung der kürzeren Horizontalkante ziehen, annähernd bestimmen und erlangen so für die Ergänzung der Zeilen einen ziemlich genauen Maßstab. Die Tafel ist auf beiden Seiten beschrieben, und zwar so, daß man sie, wie die Leipziger Tontafel, beim Übergang von der Vorder- zur Rückseite um die eine der Horizontalkanten umzuklappen hat. Die Abbildungen auf Taf. I und II geben die von Kolonel W. J. Massy übersandten Photographien wieder, die ich, da sie in vergrößertem Maßstab hergestellt worden waren, auf die natürliche Größe der Tafel habe reduzieren lassen.

Unter den Schriftzeichen erweckt unser Interesse vor allem das bisher unbekannte, hier zum erstenmal, aber gleich an sechs Stellen der Inschrift vorkommende Zeichen Vy̲. Nach seiner Verwendung erkläre ich es als Ausdruck der Silbe *jo*·. Die sechs Wörter, in denen es vorkommt, sind folgende:

Z.	7.	*a·po·ro·ti·si·jo·*	ἈΦΡΟΔΙϹίjω.
»	10.	*ko·ro·ve·vi·jo·*	ΧΡΟϜΕϜΙjώ.
»	11.	*a·ku·ve·u·su·ti·ri·jo·*	ἈΓΥϜΕΥϹΥΤΡΙjώ.
»	12.	*te·ri·jo·*	ΤΗΡίjω.
»	13.	*va·ri·mi·jo·ne·*	ϜΑΡΙΜίjωΝ.
»	14.	*va·ki·si·jo·*	ϜΑΞίjω.

Abgesehen von *jo*· würde zur Lesung dieser sechs Wörter nur noch der Wert *o*· passend sein. Aber das Zeichen für *o*· kommt auf der Tafel in seiner gewöhnlichen gemeinkyprischen Gestalt V̲ dreimal vor, in den Wörtern:

Z.	5.	*mi·ka·la·te·o·*	ΜΙΓΑΛΛΑΘΈΩ.
»	8.	*ti·vo·nu·si·o·*	ΔΙϜΩΝΥϹίω.
»	9.	*ti·vi·o·ne·*	ΔΙϜίΩΝ.

Danach muß das neue Zeichen einen anderen Laut als *o*· ausdrücken, denn es ist ausgeschlossen, daß für denselben Laut in der-

selben Inschrift zwei ganz verschieden gestaltete Zeichen gebraucht sein könnten. Bestätigt wird die Deutung als *jo*· erstens dadurch, daß es sich lediglich hinter *i*-Silbenzeichen findet, wie auch die Zeichen für *ja*· und *je*· in allen sicher gelesenen Wörtern hinter *i*-Silbenzeichen stehen (Verf., Gr. Dial. II 233 ff.; Hoffmann, Gr. Dial. I 190 ff.; unsicher sind die Lesungen te·ja·se· GDI. 94; Verf., Gr. Dial. II 234 und a·po·se·ja· GDI. 114; Verf., Gr. Dial. II 236; Hoffmann, Gr. Dial. I 87 nr. 173), da *j* im Kyprischen lediglich als Übergangslaut zwischen *i* und folgendem Vokal erscheint: zweitens dadurch, daß am Schluß des Wortes Μιγαλαθέω 13, wo zwischen ε und ω kein *j* gesprochen wurde, nicht das neue Zeichen, sondern das *o*-Zeichen geschrieben steht. Daß sich nicht an allen Stellen der Inschrift die phonetische Schreibung *ijo*, sondern in Διϝωνυσίω 8 und in Διϝίων 9 die etymologische Schreibung *io* findet, ist nicht auffallend, da in derselben Weise die Schreibung zwischen *ija* und *ia*, *ije* und *ie* schwankt (Verf., Gr. Dial. II 233 ff., Hoffmann I 191) und zwischen phonetischer und etymologischer Schreibung oft in derselben Inschrift gewechselt wird (Verf., Ein Ostrakon aus dem Heiligtum des Zeus Epikoinios im kyprischen Salamis, Sächs. Abhandlungen 27 [1909], 316 A. 1). Entstanden ist dieses *jo*-Zeichen durch Differenzierung aus dem gemeinkyprischen *o*-Zeichen, indem der obere Winkel des *o*· neben den unteren gesetzt wurde. Es gehört sicher nicht zu dem alten Bestande des Syllabars, sondern ist als eine im phonetischen Interesse aufgebrachte Neuerung zu betrachten, die nur in einem Teile des Landes Aufnahme fand, während in anderen Gegenden der Übergangslaut in der Lautgruppe *io* ohne Bezeichnung blieb oder andere Zeichen für *jo*· aufkamen.

Bemerkenswert ist die Schreibung Z. 14: *va·ki·si·jo*· für Ϝαξίjω. Während nämlich die Silbe -ξι- auf dem salaminischen Ostrakon in der Weise der getrennten Gruppen (κατὰ διάστασιν) geschrieben ist (*ti·vi·ja·ka·si·a·se*· Διϝὶ jαξίας III 1), finden wir sie hier in der Weise der verbundenen Gruppen (κατὰ σύλληψιν) geschrieben. Es bleibt also dabei (Verf., Idg. Forsch. 4 [1894], 185 f.), daß bei den Lautgruppen Labial + σ und Guttural + σ der Schreibgebrauch geschwankt hat, nicht nur zwischen der Setzung einheitlicher Doppelkonsonanten und getrennter Konsonantenzeichen, sondern bei diesen letzteren auch zwischen der Schreibung κατὰ σύλληψιν und κατὰ διάστασιν.

Die Vorderseite trägt 12, die Rückseite 8 Zeilen. Die Zeichen sind auf der Vorderseite enger als auf der Rückseite aneinandergerückt. Auf der Vorderseite beginnt und endet jede Zeile mit einem vollen Worte, auf der Rückseite sind einige Wörter am Zeilenende gebrochen, und zwar ohne Rücksicht auf die Silbenteilung. Divisoren

stehen regelmäßig, nur Z. 12 fehlen sie; nicht gesetzt werden sie, wie gewöhnlich, zwischen Präposition und Nomen (Z. 2. 15) und zwischen Pronomen und Nomen (Z. 17), hier auch nicht zwischen dem Verbum substantivum und seinem Subjekt (Z. 3. 7). Die Schrift läuft von rechts nach links.

Ich gebe zunächst die Silbenzeichen in lateinischer Schrift wieder, die deutlichen kursiv, die undeutlichen stehend, daneben die griechische Umschrift, darauf die Übersetzung.

Vorderseite.

Z. 1.	*a·to·ro·*	Ἀ(ν)δρο ------
» 2.	*i·tu·ka·*i·	ἰ(ν) τύχαι [ἀζαθαῖ].
» 3.	*e·se·lo·ka·ri·*ja·	ἦς λογαριjα[σμὸς]
» 4.	*la·pa·to·ne·* ¦ *zo·va·ra·*	λα(μ)πάδων Ζωϝαρ -,
» 5.	*mi·ka·la·te·o·* ¦ *pi·*lo·ta·	Μιγαλαθέω, Φιλοδά[μω]·
» 6.	*a·za·ra·vo·ne·* ¦ *zo·vo·ro·*	ἀζαρϝῶν Ζωϝόρω, ---
» 7.	*a·po·ro·ti·si·jo·* ¦ *e·se·lo·*	Ἀφροδισίjω. ἦς λό[γος]
» 8.	*ti·vo·nu·si·o·* ¦ *ti·ve·i·pi·lo·*	Διϝωνυσίω Διϝειφίλω·
» 9.	*ti·vi·o·ne·* ¦ *a·ri·si·to·se·*	Διϝίων ἄριστος,
» 10.	*ko·ro·ve·vi·jo·* *a·ri·si·ta·*	Χροϝεϝιjὼ ἀρίστα,
» 11.	*a·ku·ve·u·su·ti·ri·jo·* ¦ *ku·ti·*	Ἀγυϝευσυτριjὼ κυδί[μα],
» 12.	*mo·u·ke·se·te·ri·jo·ti·mi·lo·se·*	Μούκης Τηρίjω τιμίλος.

Rückseite.

Z. 13.	*va·ri·mi·jo·ne·* ¦ *a·ra·ko·mi·ne·*	Ϝαριμίjων, Ἀρχομίνη-
» 14.	*se·* ¦ *va·ki·si·jo·* ¦ *a·ri·si·to·*ta·	ς Ϝαξίjω Ἀριστοδά-
» 15.	mo· ¦ *i·te·ka·se·* ¦ *ka·ti·ne·* ¦ *ta·* ¦	μω ἰ(ν) θήκας κάθιν τά(λαντον).
» 16.	*to·ma·* ¦ *ve·re·se·e·* ¦ *e·te·* ¦	Δῶμα ϝερσήη ἦδη [θιῶ?]
» 17.	*i·te·* ¦ *la·ko·ne·* ¦ *to·a·*ma·	ἰδὲ λαχὼν τὸ ἆμα[ρ ἰ(μ)]-
» 18.	*po·ro·se·* ¦ *e·te·* ¦ *to·*mi·	φορήση ἦδη τόμι[jα τι-
» 19.	*mi·ta·i·se·* ¦ *i·te·*	μίδαις ἰδὲ [ταμίjα?]
» 20.	*pe·i·se·i·*	πείσει.

»Als Andro --- eponymer Beamter war, in gutem Glück. Es war die Berechnung der Fackeln Sache des Zovar --, Megalatheos und Philodamos gewesen, die des durch Kollekte Gesammelten Sache des Zovoros, --- und Aphrodisios. Es lautete der Spruch des Dionysios, Sohnes des Diphilos: Dion ist bester, Chrovevio beste, Agyveusytrio rühmlich, Moukes(?), Sohn des Terios(?), ehrenwert.«

»Varmion und Archomenes aus Vaxos, die Söhne des Aristodamos, haben in der Schatzkammer ein Talent niedergelegt. Das Haus (des

Gottes?) soll sofort gefegt werden, und der, der diesen Tag durchs Los erlangt hat, soll sofort die Eidopfer den Kampfordnern (hinein)bringen und (der Schatzmeister) soll sie bezahlen.«

Die Tontafel ist also in der Zeit vor einem Fest in einem kyprischen Heiligtum vom Priester beschrieben und öffentlich ausgehängt worden. Die empfangenen Fackeln und die durch Kollekte gesammelten Geldspenden waren durch je drei Vertrauensmänner berechnet worden, und die das meiste gegeben hatten, wurden öffentlich durch Namensnennung mit dreifach abgestufter Anerkennung ausgezeichnet. Eine besonders hohe Spende eines auswärtigen Brüderpaares wurde mit Nennung des Betrages und der Geber hervorgehoben. Nun sollte sofort die Reinigung des Tempels und die Vorbereitung zu dem mit Wettkämpfen verbundenen Feste in Angriff genommen werden.

Z. 1. Der mit Ἀ(ν)δρο- beginnende Eigenname des Eponymos läßt sich ebensowenig wie die Bezeichnung seines Amts genauer bestimmen. Keinesfalls ist βασιλῆϝος zu ergänzen. Denn da infolge der Breite der Spatien in dieser ersten Zeile höchstens sechs Zeichen verloren sein können, zu dem Wort βασιλῆϝος aber fünf Zeichen nötig sind, so würde erstens für die Ergänzung des Eigennamens nur ein Zeichen übrigbleiben und zweitens gar kein Raum sein für die Angabe des laufenden Regierungsjahres, die bei der Datierung nach dem Könige (vgl. Edalion GDI. 59_1 [Hoffm. 134]) zu erwarten ist. Nach einem Eponymos, dessen Amt leider nicht genannt wird, ist auch auf der Bronzetafel von Edalion GDI. 60_1 [135] das laufende Jahr unter der Königsherrschaft des Stasikypros bezeichnet.

Z. 2. Durch die Ergänzung von *a · za · ta · i* ἀζαθαῖ nach der aus Edalion GDI. 59_4 [134] und Paphos 37_3 [137] bekannten Formel wird die Zeile gerade ausgefüllt.

Z. 3. Wie hier und Z. 7 ἦς (als kyprisch schon bekannt, vgl. Verf., Gr. Dial. II 275, Hoffm. I 260), so stehen die mit dem »possessiven« Genitiv verbundenen Verba des Seins und Werdens auch im Attischen sehr häufig an der Spitze des Satzes in der Reihenfolge: Verbum, Subjekt, poss. Genitiv, vgl. z. B. ἔστιν ὁ πόλεμος οὐχ ὅπλων τὸ πλέον ἀλλὰ δαπάνης Thuk. 1, 83; ἐγένετο Μεσσήνη Λοκρῶν τινα χρόνον Thuk. 5, 5; ἦν .. τοῦτο Πεισάνδρου τὸ χωρίον Lys. 7, 4; ἐγένετο .. ὁ Εὐμάρης οὗτος Νικοκλέους καὶ Ἀντικλέους Lys. 13, 64; ἦσαν ἐν Ὀλύνθῳ .. τινὲς μὲν Φιλίππου .. τινὲς δὲ τοῦ βελτίστου Dem. 9, 56 usw.

Das Wort λογαριjα[σμός] »Berechnung«, das ebenso wie λογαριάζω und λογαριαστής in der Literatur erst spät erscheint, ist, wie wir hier sehen, in der Umgangssprache schon in alten Zeiten lebendig gewesen. Bemerkenswert ist das Fehlen des Artikels in dieser Inschrift. Nach dem vor allem aus der attischen Grammatik uns bekannten späte-

ren Gebrauch würde er bei den Nomina λογαριja[σμός] 3, λα(μ)πάδων 4, ἀζαρϝῶν 6, λό[γος] 7, θήκας 15, δῶμα 16, τόμι[ja] 18, [τι]μίδαις 18f. zu erwarten sein. Der Pronominalstamm ὁ το- ist überhaupt nur einmal, und zwar in seiner ursprünglichen demonstrativen Bedeutung verwendet: τὸ ἆμα[ρ] »dieser« Tag, d. i. der betreffende Festtag. Aus diesem Grunde ist die Tontafel ebenso wie das Ostrakon aus dem Heiligtum des Zeus Epikoinios (a. a. O. S. 314), das den Artikelgebrauch auch noch nicht in seinem späteren Umfange kennt, für älter zu halten als die Inschriften, die den Artikel bereits wie im Attischen verwenden.

Z. 4. λα(μ)πάδων. Diese als Geschenke dargebrachten Fackeln dienten wahrscheinlich zu dem bevorstehenden Feste.

Ζωϝαρ-. Auf dem abgebrochenen Stück der Zeile würde noch Raum für drei Zeichen sein. Da aber auf der Vorderseite Wortbrechung am Zeilenende nicht stattfindet, so bleibt auf der Zeile gelegentlich nach Wortschluß noch leerer Raum übrig, wie auf Z. 9 und 10, so daß auch hier möglicherweise nur ein oder zwei Zeichen zur Ergänzung des Namens fehlen. Unbekannt bleibt, ob das ϝ des Eigennamens dem ersten (vgl. kypr. Ζώϝης) oder dem zweiten Stamme angehört. Ergänzungsmöglichkeiten bieten sich viele: Ζωϝάρ[νω], vgl. Ϝαρνο-, -ϝαρνος in böotischen und thessalischen Eigennamen; Ζωϝάρ[μω], vgl. Ϝαριμίjων (aus Ϝαρμίων) Z. 13, böot. Ϝάρμιχος; Ζωϝαρ[μένω], vgl. spart. Δαμάρμενος u. a.

Z. 5. Μιγαλαθέω. Der Name (Μεγαλόθεος:) Μιγαλόθεος reiht sich den zahlreichen mit Μεγαλο-, Μεγα-, Μεγιστο- (Fick-Bechtel S. 198f.) gebildeten an. Das für ο eingetretene schließende α von Μιγαλα- ist zu beurteilen wie z. B. das α in Δημα-γένης (Fick-Bechtel 84) neben Δημο-γένης. Von größerem Interesse ist das ι der ersten Silbe. Wir finden ι für ε in unserer Inschrift noch in ἰ(ν) Z. 2. 15, Ἀρχομίνης 13/14, κάθιν 14; ἰν ist bekannt als die regelmäßige und oft belegte kyprische Form der Präposition ἐν (Gr. Dial. II 209; Hoffm. I 161); kyprisch steht ferner μὶ (für μὲ) κατέθηκε GDI. 1. 2 [Hoffm. 59. 60], κατέθισαν (für κατέθεσαν; die Annahme [Ostrakon S. 318] einer »umgekehrten Schreibung« für κατέθιαν: κατέθijαν ist unnötig) GDI. 20, [72]; das kyprische Adjektiv πιλνόν »grau« (Hesych) gehört zu πελιός πελλός πελιδνός (Gr. Dial. II 211); der phönizische Mĕlĕkjatān wird kyprisch Μιλκjάτων GDI. 59 [134] geschrieben; das ε der kyprischen Namen Ἐδάλιον und Κέτιον wurde von den übrigen Griechen durch ι wiedergegeben. Daraus erkennen wir, daß kyprisches ε so geschlossen klang, daß es in phonetischer Schreibung durch ι wiedergegeben wurde, bei der Präposition ἰν regelmäßig, in anderen Wörtern sporadisch. Der durch folgenden Vokal veranlaßte Übergang von ε in ι ist hier beiseite zu lassen; ebenso lasse ich den Übergang von ε in ι vor folgendem σ + Konsonant außer Betracht, weil der möglicherweise unter dem

Einfluß des folgenden *s*-Lauts eingetreten ist. — Die im Kyprischen nachgewiesene geschlossene Aussprache des ε gehört zu den aus voreinzeldialektischer Zeit erhaltenen Eigentümlichkeiten, die der kyprische mit dem arkadischen Dialekt gemeinsam hat. Genau so wie im Kyprischen erscheint ι für ε im Arkadischen regelmäßig in der Präposition ἰν (Gr. Dial. II 90, dazu viele neue Beispiele in der Aleainschrift Solmsen, Inscr. sel.[2] 1, in den archaischen Inschriften von Mantineia Bull. de corr. hell. 16, 569ff., 576ff., in dem Synoikievertrag von Orchomenos, Ath. Mitt. 34 [1909], 237ff., in dem Schreiben aus Megalopolis Inschriften aus Magnesia am Mäander nr. 38, ἰν ἄματα πάντα Tegea Bull. de corr. hell. 17, 12, nr. 18, ἴμπασιν Lusoi Österr. Jahreshefte 4, 71 nr. 6), sporadisch in anderen Wörtern (Mantineia Bull. de corr. hell. 16, 569f.: ἀπυδεδομίν[ος] Z. 19, ἀπεχομίνος Z. 20; Synoikievertrag von Orchomenos: Ἐρχομίνιοι C 12. 22, προδεδικασμί[ν]ας A 11, δ[ια]βωλευσαμίνος A 26, τὸν Ἰνυάλιον τὸν Ἄρηα C 9. 28). Derselben Vorzeit und derselben Heimat wie das arkadisch-kyprische ἰν usw. schreibe ich auch das in Vaxos und Eleutherna herrschende ἰν zu (vgl. Vaxos ἴναντι GDI. 5125_1, ἰν ταῖς$_5$, ἰν ἀντρηίοι$_{8.15}$, ἰνθέμεν$_{10}$, Eleutherna ἰνῆμε[ν] GDI. 4954_4; da aus keiner anderen kretischen Stadt ἰν bekannt ist, gehört wahrscheinlich auch das nicht genauer zu lokalisierende kretische Asyliedekret GDI. 5148 = IG. II 547 mit seinem ἰν ἁμέραις τρισίν$_8$ neben ἐν τᾶι$_{12}$ nach Vaxos oder Eleutherna), ebenso wie das in Vaxos neben ἰν vorkommende ἰσς (ἰς) c. acc. (ἴσς τε τὰν ἑκατόνβαν GDI. 5125_{12}, ἰς τὰ θύματα $5128_{13,14}$, ἰς - - 5126_6). Es gehört dieses ἰν (ἰς) mit der Lautgruppe νς zu den Resten des äolischen Dialekts der ersten griechischen Kolonisten Zentralkretas (Verf., Dorer und Achäer I, S. 64), die, wie wir aus den zahlreichen Übereinstimmungen zwischen Zentralkreta und Arkadien in geographischen Namen, Sagen und Kulten schließen dürfen (vgl. Hoeck, Kreta 1, 342ff.; W. Schulze, Berl. Phil. Woch. 1890, Sp. 1436f.; Dibbelt, Quaestiones Coae mythologae S. 9 A. 1), peloponnesische Äoler waren. — Der mit dem kyprischen vielfach zusammengehende pamphylische Dialekt hat ἰ(ν) c. dat. und ἰς c. acc. wie der von Vaxos nebeneinander (ἰ πόλιι Sillyon Z. 11, ἰσϝέξε Z. 27, ἰς πόλιν Z. 4, ἰς ἐρέμνι Aspendos GDI. 1260, ἰς πύργο 1261, vgl. Verf., Sächs. Berichte 1904, 23). — Daß im böotischen Dialekt ε geschlossen gesprochen wurde, erkennt man aus der in den Inschriften sporadisch angewendeten phonetischen Schreibung ει für ε (vgl. J. Schmidt, Vokalism. 1, 112; KZ. 27, 295 A. 3; Verf., Gr. Dial. I 242ff.; W. Schulze, Qu. ep. 44. 165; Kretschmer, Vaseninschr. 136; Verf., Sächs. Berichte 1899, S. 146; Sadée, De Boeotiae tit. dial. S. 219): Μενεικράτης Tanagra IG. VII 1203, Εὐϝειτίας Akraiphia 2730, Ϝαστυμειδοντίω ebd. 2730_5, Πειρίπολος ebd. $2724b_5$, Καισθείνιος$_4$ und Δαμοξείνω$_6$ Hyettos 2813, Ὀφειλείμω Le-

badeia $3068_{11,12}$, ἀντίθειτη ebd. 3082_3, Ξεναρείτω Akraiphia 4157_5. — Daß auch im thessalischen Dialekt ε einen dem ι ähnlichen Laut bezeichnete, wird durch den sporadischen Wechsel beider Vokale in den Inschriften wahrscheinlich gemacht: -ιν für -εν steht in den Endungen der 3. Plur. ἐτάξαιν Phalanna IG. IX, 2, 1229_{19}, ἀνεθείκαιν Pharsalos 237_1 gegenüber den Endungen ὀνεθείκαεν ebd. 244_4, ἐδούκαεμ μά ebd. 234_3, ἐνεφανίσσοεν Larisa 517_{12} (vgl. kypr. [κάθεν:] κάθιν auf unserer Tontafel); ε im Sinne von ι in πατρουέαν Pharsalos 234_4 (Gr. Dial. I 294); dagegen lasse ich κρεννέμεν Larisa 517_{14}, Ὑβρέσταϲ ebd. $_{71}$, ἀπελευθερεσεένσα Pherai 414 (oft) hier beiseite, weil möglicherweise die Nachbarschaft des ρ in diesen thessalischen Formen wie in lesb. Δαμοκρέτω Mytilene IG. XII 2, 74 Z. 9, Ξαναρέδα (?) ebd. Z. 10 und in elisch πόλερ eine Umfärbung von ι zu ε herbeigeführt hat (W. Schulze, GGA. 1897, 904; Brugmann, Gr. Gr.[3] 68; Kretschmer, Entstehung der Koine S. 11). — In andern Dialekten läßt sich die Schreibung ι (ει) für ε vor Konsonant — abgesehen von ι (ει) für ε vor σ + Konsonant — nicht leicht in etwas größerem Umfang finden. Wenn in einer lesbischen Inschrift mit Dialektfärbung aus der Zeit der Antonine ἰς Mytilene IG. XII 2, 68_5 neben εἰς$_4$, [ε]ἰς$_3$ und ἐς$_{7.8}$ steht, so ist dieses ι wohl als Itazismus anzusehen. Im attischen Dialekt steht die Schreibung Μείμνων auf einer Vase ganz vereinzelt (Kretschmer, Vaseninschriften 136: »Μείμνων findet überhaupt keine Parallele im Attischen«); ἰς auf zwei attischen Bleitäfelchen aus dem 4. Jahrhundert v. Chr. (Wilhelm, Österr. Jahresh. 7, 95. 102) geht wohl auf εἰς zurück (»Vorstufe des Itazismus« Wackernagel, Idg. F. 25, 331); wahrscheinlich auch ἰς in der Bauinschrift aus Epidauros IG. IV 1484_{27}, die aus ungefähr gleicher Zeit stammt, und in der rhodischen Inschrift IG. XII 1, 3_2; über den Dialekt des Bleitäfelchens aus Dodona GDI. 1582, das ebenfalls ἰς$_6$ enthält, läßt sich nichts Bestimmtes sagen. Jedenfalls zeigen nur die fünf Dialekte von Kypros, Arkadien, Vaxos-Eleutherna, Böotien und Thessalien die angegebene Schreibung in so gesicherten und verhältnismäßig zahlreichen Beispielen, daß wir aus ihnen Schlüsse auf die Aussprache des ε in den betreffenden Dialekten ziehen können. Wenn wir das angeführte Material prüfen, ob sich aus ihm gewisse äußere Bedingungen für den Eintritt einer *i*-ähnlichen Aussprache des ε erschließen lassen, etwa Tonlosigkeit (vgl. J. Baunack, Sächs. Berichte 1893, 118; Solmsen, KZ. 34, 451 f. u. a.) oder Nachbarschaft bestimmter Konsonanten (vor ν Brugmann, Gr. Gr.[3] 67), so ergibt sich kein für alle Fälle passendes Resultat. Der Erklärung durch Tonlosigkeit z. B. widerstrebt kypr. Αρχομίνης, (Κέτιον:) Κίτιον arkad. ἀπυδεδομίν[ος], ἀπεχομίνος, böot. Καισθείνιος, Δαμοξείνω, Ξεναρείτω, der Erklärung durch den Einfluß eines folgenden ν kypr. Μι-

γαλαθέω, μὶ, κατέθισαν, πιανόν, Μιαικjάτων, (Ἐδάλιον:) Ἰδάλιον, böot. Εὑφειτίας, Ϝαστυμειδοντίω, Πειρίπολος, Ὀφειλείμω, ἀντίθειτη, Ξεναρείτω. So werden wir bis auf weiteres uns begnügen müssen, im allgemeinen dem ε der genannten äolischen Dialekte eine geschlossene, dem *i* ähnliche Aussprache zuzuschreiben. Nun erinnern wir uns, daß im kyprischen, arkadischen, thessalischen und böotischen Dialekt die Demonstrativa ὄνε, ὄνι, ὄνυ gebräuchlich waren (Verf., Idg. F. 25, 312ff.): jetzt sind wir berechtigt, diese Dreiheit auf eine Zweiheit zurückzuführen, auf ὄνυ, zusammengesetzt mit der Partikel νύ, und ὄνε, zusammengesetzt mit der Partikel νέ, die mit gr. νή, ναί, lat. *-nē*, *nē*, *nae*, ai. *nā-nā*, ar. *-na* verwandt ist und in den genannten äolischen Dialekten ähnlich wie νί gesprochen wurde, so daß sich der Unterschied der vier Dialekte im Gebrauch von νέ und νί (kypr. νέ, arkad. νί, thessal. νέ, böot. νί) als ein nur graphischer erweist. Das Pamphylische verwendet die Partikel (νέ:) νί, die dem arischen Imperativaffix *-na* entspricht, genau so zur Verstärkung von Imperativen, wie der homerische und ionische Dialekt die Partikel νύ. Beide Verwendungen aber der Partikel νέ: νί, die deiktische wie die imperativverstärkende, teilen die genannten äolischen Dialekte mit der phrygischen Sprache (Verf., a. a. O. 315 ff.), mit der sie auch die geschlossene, dem *i* zuneigende Aussprache des ε gemeinsam haben (a. a. O. 318).

Z. 6. ἀζαρϝῶν »des Gesammelten« im Sinne von τῶν ἀγερθέντων (scil. χρημάτων). ἀζαρϝός steht kyprisch für *ἀγαρ-ϝό-ς »gesammelt« mit ζ für γ vor α wie kypr. ἀζαθός »gut« GDI. 59_4 [134]; 37_3 [137] für ἀγαθός und ζᾶ »Land« GDI. $60_{8.\ 17\ 24.\ 30}$ [135] für γᾶ: es ist abgeleitet von (ἀγαρ-:) ἀζαρ-, der Schwundstufe des Stammes ἀγερ- »sammeln«, der in ἀγείρω, ἀγερμός, ablautend in ἀγορά, mit Schwundstufe in (*ἄγαρσις:) ἄγαρρις »Volksversammlung« Neapel IG. XIV $759_{10.\ 16}$, ἄγαρρις· ἄθροισις Hes. vorliegt (daneben auch ἄγερσις, ἄγορσις [πανάγορσις Aleainschrift Solmsen, Inscr. sel.[2] $1_{8.\ 26.\ 30}$]· ἄγορρις Hes., ἀγυρμός usw), und gebildet mit dem Formans -ϝο-. -ϝο-Adjektiva kann man in vielen Fällen als Verbaladjektiva (Partizipia) bezeichnen (Brugmann, Grdr. II[2] 1, 202). Bekannt ist, daß Beiträge für Tempel vielfach durch Priesterkollekte gesammelt wurden. Solche Kollekten (ἀγέρσεις) werden der Ἀρτεμις Βουληφόρος in Milet bewilligt in einer Inschrift aus dem 4. Jahrhundert v. Chr. (Dittenberger, Syll.[2] 660), dem Priester der Isis in Samos (ebd. 666), der Priesterin der Artemis Pergaia zu Halikarnaß (ebd. 601_{26}). An dieser zuletzt genannten Stelle heißt es: ποιείσθω δὲ ἡ ἱέρεια καθ' ἑκάστην νουμηνίαν ἐπικουρίαν ὑπὲρ πόλεως, λαμβάνουσα δρα(χ)μὴν παρὰ τῆς πόλεως. ἐν ᾧ (δ)ὲ μηνὶ ἡ θυσία [σ]υντε(λ)εῖται ἡ δημοτελής, ἀγειρέτω πρὸ (τ)ῆς θυ[σί]ας ἡμέρας τρεῖς, ἐπ' οἰκίαν μὴ πορευομένη· ὁ δὲ ἀγερμὸς ἔστω τῆς ἱερείας.

Eine gemeinschaftliche Kollekte für Tempelzwecke wird den beiden Städten Lebadeia und Akraiphia durch ein Trophoniosorakel empfohlen IG. VII 4136 (Dittenberger, Syll.[2] 557; Leges Graecorum sacrae II 1 ed. L. Ziehen nr. 70): Καλλικλίδας Λοκρὸς ἐςς Ὀπόεντος καταβὰς ἐν Τρεφώνιον ἀνάνγειλε Λεπάδειαν τοῖ Δὶ τοῖ Βασιλεῖι ἀνθέμεν κὴ τοῖ Τρεφωνίοι, κὴ Ἀκρήφια τοῖ Ἀπόλλωνι τοῖ Πτωΐυ, κὴ μεὶ ἀδικῖμεν μειδένα οὕτως[1]. οὕτως δὲ ἀγιρέμεν ἀμφοτέρως τὰ ἱερὰ χρείματα κυνῆ ἐφ' οὑγίη κατὰ πᾶσαν χώραν κὴ τὸν ἀγῶνα ἱαρὸν καταγγελλέμεν· ὅστις δέ κα τῶ Διὸς τῶ Βασιλεῖος ἐπιμελειθείει τῶ ναῶ, τὸν στέφανον ὕσετη. Hier erfahren wir, daß die bei der Kollekte für die Tempel gezahlten Gelder als ἱερὰ χρήματα bezeichnet werden und daß den Spendern dieser ἱερὰ χρήματα dafür Gesundheit verheißen wird; anderwärts heißt es bei einer Kollekte, die zur Auffütterung eines Opferstiers verwendet werden soll (O. Kern, Inschriften von Magnesia nr. 98 Z. 61; Dittenberger, Syll.[2] 553): ἀγέτω δὲ ὁ ἐργολαβήσας τὸν ταῦρον εἰς τὴν ἀγορὰν καὶ ἀγειρέτω παρά τε τῶν σιτοπωλῶν καὶ παρὰ τῶν ἄλλων ἀγοραίων ὃ ἀνήκει εἰς τὴν τροφήν, καὶ ἄμεινον εἶναι τοῖς διδοῦσιν. Aber noch in einer andern Weise wird die Gebelust bei der Kollekte der ἱερὰ χρήματα erregt: es wird den Kollektanten in dem Trophoniosorakel empfohlen, sie sollten auch τὸν ἀγῶνα ἱαρὸν καταγγελλέμεν. Damit kann nicht die Ankündigung der Πτώϊα gemeint sein, was Ziehen, a. a. O. S. 213, wenn auch nicht ohne Bedenken, annimmt: »verba κὴ τὸν ἀγῶνα ἱαρὸν καταγγελλέμεν, quamquam Apollo Ptoïus non nominatur nec spondere ausim, utrum ipse Trophonius certamen Lebadense (Βασίλεια) an Acraephiense dixerit, poterant tamen utique ad Ptoïa referri.« Wenn die Πτώϊα von Akraiphia oder wenn die Βασίλεια von Lebadeia gemeint gewesen wären, so hätte das betreffende Fest, da die Kollekte und Ankündigung von den Akraiphiern und Lebadensern gemeinsam unternommen wurde, bestimmt genannt werden müssen, und weder der Gott noch die Gemeinde von Akraiphia durfte die Auslegung, welches der beiden Feste mit den Worten ἀγὼν ἱαρός gemeint wäre, dem Belieben der Hörer oder Leser überlassen. Wenn aber beide Feste, die Πτώϊα und die Βασίλεια, die völlig getrennt und verschieden voneinander waren, angekündigt werden sollten, so mußte notwendig der Plural gebraucht werden. Das hat mit vollem Recht Dittenberger a. a. O. zu dieser Stelle bemerkt: »Cum de duobus deis itemque de duobus oppidis dicatur, singularis mirus videtur, nisi statuas Basileis Lebadensium sublatis Ptoïa ambarum civitatium communia facta esse. At eius rei in reliquis eiusdem argumenti titulis ne levissimum quidem exstat

[1] Daß οὕτως nicht etwa Adverb ist, wie Dittenberger meinte, sondern der böotische Akkusativ des Pronomens, hat schon Ziehen angemerkt. Der Akkusativ steht hier als Objekt, gleich darauf als Subjekt.

vestigium.« Der ἀγὼν ἱαρός muß sich demnach auf etwas andres beziehen als auf die in Akraiphia und Lebadeia gefeierten Feste. Unsere Tontafel gibt darüber Auskunft. Man verband zuweilen mit diesen Tempelkollekten einen ἀγὼν ἱερός, bei dem diejenigen, die das meiste gegeben hatten, durch öffentliche Namensnennung ausgezeichnet wurden. Daß auch ein solcher Wettstreit in der Mildtätigkeit und Opferfreudigkeit ἀγών genannt werden konnte, bedarf keiner weiteren Ausführung. Jeder Wettstreit verschiedener Personen um Preis oder Anerkennung kann als ἀγών aufgefaßt werden, nicht nur bei gymnischen und musischen Leistungen, vgl. Isokr. Paneg. c. 12: ἔτι δὲ ἀγῶνας ἰδεῖν οὐ μόνον τάχους καὶ ῥώμης ἀλλὰ καὶ λόγων καὶ γνώμης καὶ τῶν ἄλλων ἔργων ἁπάντων, und wie einen ἀληθείας ἀγών konnte es auch einen ἀγὼν εὐσεβείας geben. Aus dem Zeusheiligtum von Lebadeia und dem Apollonheiligtum von Akraiphia werden sich also infolge des Trophoniosorakels zwei Priester, von jedem Tempel einer, zusammen auf die Reise gemacht haben, und der für den Tempel des Zeus Basileus zu Lebadeia Einkassierende (ὅστις δέ κα τῶ Διὸς τῶ Βασιλεῖος ἐπιμελειθείει τῶ ναῶ) wird zur Auszeichnung und zur Unterscheidung von dem Priester des Apollon aus Akraiphia auf dem Haupte den Kranz getragen haben (τὸν στέφανον ὕσετη), während der Apollonpriester neben ihm auf dieser Fahrt statt des Kranzes nur die Priesterbinde trug. Wo sie hinkamen, forderten sie mit Berufung auf das Trophoniosorakel dazu auf, den beiden Tempeln τὰ ἱερὰ χρήματα zu spenden, indem sie den Spendern zum Lohne Gesundheit verhießen und einen ἀγὼν ἱερός unter den mildtätigen Gebern ankündigten. Nach ihrer Rückkehr wurden in jedem der beiden Tempel nach Ablieferung, Buchung und Vergleichung der einzelnen Zahlungen die Namen der Geber, die aus diesem ἀγὼν ἱερός als Sieger hervorgegangen waren, öffentlich bekanntgemacht. Wir sehen aus unserer Sakralinschrift, daß die an Stelle der Preise verliehenen Belobigungen entsprechend dem ἀριστεῖον, δευτερεῖον, τριτεῖον dreifach abgestuft waren: das dem ἀριστεῖον entsprechende höchste Prädikat ist ἄριστος (scil. πρὸς τὸν θεόν), das einem Mann und einer Frau verliehen wird, das zweite κύδιμος, das eine Frau, das dritte τιμίαος, das ein Mann errungen hat.

Z. 6. Ζωφόρω. Ich stelle Ζώ-φορος zu kypr. Ὀνασί-ορο Athienu GDI. 75 [150], vgl. Verf., Gr. Dial. II 161, Fick-Bechtel 131.

Z. 8. Διϝειφίλω, vgl. kypr. Διϝείθεμις Edalion GDI. 60_{21} [135]; Genitiv Διϝειθέμιϝος Skarabäus gefunden bei Poli tis Chrysochou Hogarth, Devia Cypria S. 9; Pierides, Journ. of Hell. Stud. 16 [1897], 272 f.; auf einem silbernen Kessel aus Kurion (Verf., Gr. Dial. II 180 nr. 52b, Hoffm. 121) nach Hall *ti·ve·i·te·mi·to·se·* (Διϝειθέμιτος nach arkad. Ἀριστοθέμιτος GDI. 1194 W. Schulze, Berl. Phil. Woch. 1890,

Sp. 1472; ist Διϝειθέμιϝος zu lesen?). — In Διϝειφίλω sehe ich den Genitiv des Vatersnamens, denn den »Spruch« kann doch wohl nur einer sprechen, und zwar halte ich diesen einen nach seinen stolzen Namen für den Priester des Heiligtums.

Z. 9. Διϝίων, hier zum erstenmal belegte Grundform des Eigennamens Δίων (Fick-Bechtel 98).

Z. 10. Χροϝεϝιjώ, ein bisher unbekannter Frauenname. Ich zerlege ihn in Χροϝε-ϝιjώ und bringe den ersten Stamm in Zusammenhang mit χροῦς »Haut« (der Nominativ χροῦς wird als ionisch von Herodian I 401. II 921 zitiert, Gen. χροός, Dat. χροΐ, Akk. χρόα und χροῦν Herodian II 706 [667]), χρο(ϝ)-ιά »Farbe«, den zweiten mit ϝίον »Veilchen«, also »Veilchenhaut« oder »Veilchenfarbe«, wie Ϝι-ανθεμίς bei Alkman (Fick-Bechtel 129) oder wie Μελί-χρως, Εὔ-χρους, Μέλαγχρος (Fick-Bechtel 292).

Z. 11. Ἀγυϝευσυτριjώ, ebenfalls ein neuer Frauenname. Ich teile Ἀγυϝ-ευσυτριjώ. Ἀγυ- liegt auch in den Eigennamen Ἀγύ-αρχος und Ἀγυαῖος vor (Fick-Bechtel 45); das folgende Digamma ist der Ausdruck des Übergangslautes, der zwischen *u* und den Vokalen *a*, *e*, *o* im Kyprischen gehört wurde, vgl. kypr. κατεσκεύϝασε, Γέρυϝος, Εὐϝαγόρω, Εὐϝά(ν)θεος, Εὐϝέλθων (Verf., Gr. Dial. II 246, Hoffm. I 195f.). Ist mit dem zweiten Teil dem Sinne nach der Name des Böoters Εὔσυτος (Fick-Bechtel 257), der Bildung nach μέτριος, ἀλέτριος u. a. zu vergleichen?

Z. 11. κυλί[μα]. Der Teil des letzten Zeichens, der vor dem Bruch noch sichtbar ist, paßt zu der Ergänzung *ma*·, vgl. das Zeichen *ma*· auf Z. 16 und den erhaltenen Rest auf Z. 17.

Z. 12. Der Eigenname des Mannes scheint ungriechisch zu sein; Μούκης habe ich nur beispielsweise geschrieben; er konnte nach den Silbenzeichen auch Μούγης, Μούχης, Μωύκης usw. heißen. Auch die Umschrift des Namens Τηρίjω, bei der ich an Namen wie Τήρης, Τηρίας, Τηρεύς (Fick-Bechtel 265) gedacht habe, ist unsicher, denn es ist auch Θηρίjω (vgl. Θῆρις, Θηρικλῆς, Θηρίμαχος, Θηριμένης Fick-Bechtel 146) möglich. — τιμίλος im Sinne von τίμιος, bisher noch unbekannt, steht zu τιμή, wie z. B. ὀργίλος zu ὀργή.

Z. 13. Ϝαριμίjων ist aus Ϝαρμίjων, was hier zu lesen die Schriftregeln verbieten, mit Vokalentfaltung entstanden, wie att. Ἑρεμῆς aus Ἑρμῆς, [Γο]ρογοῦς aus Γοργοῦς, tarent. τόρονος, lak. τορονευτός aus τόρνος τορνευτός, elisch Σαλαμώνα aus Σαλμώνα usw., vgl. Brugmann, Gr. Gr.[3] 89. Der kretische Name Ϝαρμίων aus Vaxos, der hier zum erstenmal auftritt, gehört zusammen mit dem böotischen Namen Ϝάρμιχος aus Hyettos IG. VII 2809. 2820. 2830. 2832, Patronymikon Ϝαρμίχιος ebd. 2809. — Über das ι von Ἀρχομίνης s. oben S. 153ff.

Z. 14. ϝαξίjω ist bemerkenswert als Zeugnis für den Dual im Kyprischen.

Z. 15. ἰ(ν) θῆκας »in die Schatzkammer«, vgl. Hes. θῆκαι· οἱ ἀπόθετοι νόμοι (wobei νόμοι für νοῦμ(μ)οι gebraucht ist nach dem Antiatt. Bekk. p. 109, 24: νόμους τὸ νόμισμα, οὓς οἱ Ἰταλικοὶ νούμμους καλοῦσιν): θηκία (»suspectum. Malim θῆκαι« M. Schmidt)· τὰ ἐντάφια. δηλοῖ δὲ καὶ θησαυρόν.

Z. 17. κάθιν »sie legten nieder« für κάθεν nach S. 153, altertümlicher (vgl. Brugmann, Gr. Gr.[3] S. 351 f.) als κατέθιjαν Edalion GDI. 60_{27} [135] und (κατέθεσαν:) κατέθισαν Poli tis Chrysochou GDI. 20_2 [72], vgl. arkad. ἀνέθεν Tegea GDI. 1230 und ἀνέθεαν Mantineia Bull. de corr. hell. 20 [1896], 133 nr. 7, besonders altertümlich durch die Augmentlosigkeit, die kyprisch hier zum erstenmal belegt, häufig nur noch in der homerischen und der von ihr beeinflußten poetischen Sprache vorkommt; in prosaischer Rede war sie bisher nur in den alten lesbischen Vaseninschriften aus dem ägyptischen Naukratis, die E. Gardner, Naucratis II Kapitel VIII herausgegeben hat, in der Widmungsformel (ὁ δεῖνά) με κάθθηκε.. gefunden worden, auch da nicht unbestritten, da O. Hoffmann, Gr. Dial. II 115 ff. vorzog, mit Elision und Augmentierung vor der Präposition (wie bei Alkaios 132 in ἐσυνῆκεν) μ' ἐκάθθηκε zu lesen: jetzt wird nach Bekanntwerden des kyprischen κάθιν wohl auch an das lesbische κάθθηκε zu glauben sein. — Ich habe bei der Umschrift κάθιν, nicht κάθ(θ)ιν gesetzt, da sowohl im kyprischen wie im arkadischen Dialekt vor Konsonant nur κά bezeugt ist, nicht κατ-, geschweige denn κατά. Vgl. die kyprischen Glossen κάβλη, κάγρα, κακόρας, κάλεχες, καππάτα, καππατάς, ἰνκαππάταον (Verf., Gr. Dial. II 284; Hoffm. I 310); die Glosse κακκεῖναι· κατακοῦαι. Πάφιοι, die ich früher (a. a. O. 260 f.) aus *κατ- κεῖναι ableitete, während Hoffmann eine Korruptel aus κακκεῖ[ρ]αι vermutete, wird wohl richtiger von M. Schmidt und J. Baunack, Curt. Stud. 10, 111 aus κα- κτεῖναι erklärt. Im Arkadischen steht in der Aleainschrift (Solmsen[2] 1_{24}), in der die Konsonantengemination (καταλλάσσε̄$_2$) ausgedrückt wird: κακειμέναυ$_{24}$; in dem Synoikievertrag von Orchomenos (Ath. Mitt. 34 [1909], 237 ff.; Zeit etwa 300 v. Chr.): κὰ τ[άπ]ερ A 3/4, κὰ ταὐτά A 30; in dem Gottesurteil von Mantineia (Bull. de corr. hell. 16, 569 f.), in dem Konsonantengemination bald ausgedrückt (Θεό[κ]οσσμος, Ἀρισστόμαχος, δάσασσθαι, δικασσταί, τὸρρέντερον [zweimal], τὸννυ, ἒ 'σς τοῖ [ϝέργοι] — die Rechtfertigung dieser Lesung werde ich an andrer Stelle geben —, προσσθαγενές [zweimal]), bald vereinfacht ist (ἐάσ(σ)ας, ἐδικάσ(σ)αμεν, ἀλ(λ)άξαι), steht nach κά (κα-) niemals Doppelkonsonant: κακρίνε̄$_{14}$, κακριθε̄ε$_{15}$, κὰ τὸρρέντερον$_{21\ 27}$, κὰ τὸννυ$_{23}$.

Z. 15. τά(λαντον), ebenso abgekürzt Edalion $60_{6.13}$ [135]. Hinter dem Divisor kann noch ein Zeichen auf der Zeile gestanden haben.

Z. 16. δῶμα für den Tempel wie auch anderwärts, z. B. in der arkadischen Aleainschrift, SOLMSEN² 1_{21}: εἴ κ' ἐπὶ δôμα πῦρ ἐποίσε̄ κτλ.

Z. 16. ϝερσήη »soll gefegt werden« von ϝέρσω »fege«, lat. *verro* (FICK, Vgl. Wtb. I⁴ 550), bisher nur aus dem homerischen ἀπο(ϝ)έρσω »fege weg, reiße weg« bekannt: ἔνθα με κῦμ' ἀπόερσε πάρος τάδε ἔργα γενέσθαι Z 348; ὅν ῥά τ' ἔναυλος ἀπο(ϝ)έρσῃ χειμῶνι περῶντα Φ 283; μή μιν ἀπο(ϝ)έρσειε μέγας ποταμὸς βαθυδίνης Φ 329. Zu dieser Stelle (Φ 329) bemerkt der gelehrte Scholiast (schol. A): Κυπρίων ἡ λέξις, und unsere Inschrift bringt die Bestätigung. Die in den homerischen Aoristformen erscheinende Vereinfachung des vorgriechischen *ss* hinter Konsonant ist gemeingriechisch (BRUGMANN, Gr. Gr.³ S. 119. 130); mit ἀπό-(ϝ)ερσε aus *-ϝερσ-σε vgl. z. B. τερσασθαι aus *τέρσ-σασθαι zu τέρσομαι. Der Passivbildung nach stellt sich ϝερσήη zu den homerischen Infinitiven τερσῆναι, τερσήμεναι, der Konjunktivbildung nach zu arkad. κακριθε̄́ε̄, Mantineia Bull. de corr. hell. 16, 569 f. Z. 15, böot. κου[ρ]ωθείει Aigosthenai IG. VII $207_{14/15}$, ἐνενιχθείει Orchomenos GDI. 488_{150} [IG. VII 3172], ἐπιμελειθείει Akraiphia IG. VII 4136_7, hom. δαμήῃ μιγήῃς φανήῃ usw., der Endung nach zu ἰ(μ)φορήση Z. 18 und zu kypr. λύση, ἐξορύξη, arkad. ἔχη, τυγχάνη; κατυστάση, ποσκατυβλάψη; ἐσδοθῆ; ἐποίσε̄, ἐσπεράσε̄, ἰνφορβίε̄, καταλλάσσε̄, λέγε̄, νέμε̄, παραμαξεύε̄, τύχε̄ (Verf., Gr. Dial. II 278. 112; Sächs. Berichte 1889, 94; HOFFM. I 260), παρένθη Lykosura Ἐφ. ἀρχ. 1898, 249 ff. Z. 8, DITTENBERGER, Syll.² 939, κακρίνε̄, κακριθε̄́ε̄ Mantineia Bull. de corr. hell. 16, 569 f. Z. 14. 15. Der Konjunktiv steht als Befehlsform (ϝερσήη, ἰ(μ)φορήση) wie im Elischen (Verf., Gr. Dial. II 71; BRUGMANN, Gr. Gr.³ S. 500).

Z. 16. Nach ἤδη steht ein Divisor, dann der Rest eines Zeichens (ti · ?), nach dem auf der Zeile noch ein anderes Zeichen Platz hatte; etwa [ti · o ·] = [θιῶ]?

Z. 17. ἰδέ »und«, ebenso auf Z. 19, wie kyprisch Edalion GDI. $60_{12.16.24/25}$ [135] und wie bei Homer.

Z. 17. λαχὼν τὸ ἆμα[ρ] »der, der diesen Tag durchs Los erlangt hat«. Die Sache wird klar durch die folgende rhodische Inschrift (IG. XII 1, 3; DITTENBERGER, Syll.² 549): [ἔδοξεν τῶι δ]άμωι ἐν τᾶ ἐκ(κ)λησία ἐν τῶι Ἀρταμιτίωι μηνί· τῶ[ν ἀνδρῶν, οἵτ]ινες θησεῦντι καὶ πωλησεῦντι τὸ ἔλαιον ἰς τ[ὸ γυμνάσιον ἀ]φθόνως καὶ ἀνεπικωλύτως ποιούμενοι τὰν θέ[σιν, ἀναγράψαι] (ὅ)σας κα ἕκαστοι λάχωντι ἁμέρας ἀρξαμένο[υς ἀφ' ἇς κα ὁ ἱερεὺς ὁ] μετὰ Εὐκράτη ἱερατεύη μέχρι Θεσμοφορίου τρίτ[ας, ὅπως τὸ λοιπ]ὸν ἐπὶ τοῖς προγεγραμμένοις γείνηται ἁ θέσις κ[αὶ ἁ πώλησις παρὰ τῶν] λαχόντων

καὶ προγεγραμμένων ἀνδρῶν ἢ ὑπ' αὐ[τῶν ταχθέντων· τ]ῶν δὲ λαχόντων τὰ ὀνόματα ὁ γραμματεὺς [ἀναγραψάτω, καὶ] ποτιγράψας ἑκάστῳ τὰς ἁμέρας ἃς κα ἑκάστου λάχη ὀνόμ[α ἐκ τοῦ τι]μάματος, συνκλαρωσάτω καὶ ἀναγραψάτω κατὰ ταὐτά κτλ. An den einzelnen Tagen waren also bestimmte Händler, wie in Rhodos für den Verkauf des im Gymnasion gebrauchten Öles, so in dem betreffenden kyprischen Heiligtum für die Lieferung der notwendigen Opfertiere »konzessioniert und privilegiert«. — Nach ἀμα[ρ] ist noch Raum für ein Zeichen, also vielleicht [ί(μ)]φορήσῃ?

Z. 18. τόμι[ja] (scil. ἱερά) »Eidopfer«, auf die die Schwörenden mit dem Fuße traten oder die sie mit der Hand beim Schwur berührten (Schömann-Lipsius II 254; Stengel, Griech. Kultusalt. 124), vgl. Hes. τόμια· .. οἱ δὲ τὰ ἱερά, ἃ σφάζοντες ὀμνύουσιν; in Olympia war bestimmt (Paus. 5, 24, 9) τοῖς ἀθληταῖς καὶ πατράσιν αὐτῶν καὶ ἀδελφοῖς, ἔτι δὲ γυμνασταῖς ἐπὶ κάπρου κατόμνυσθαι τομίων μηδὲν ἐς τὸν Ὀλυμπίων ἀγῶνα ἔσεσθαι παρ' αὐτῶν κακούργημα· . . . ὀμνύουσι δὲ καὶ ὅσοι τοὺς παῖδας ἢ τῶν ἵππων τῶν ἀγωνιζομένων τοὺς πώλους κρίνουσιν, ἐπὶ δικαίῳ καὶ ἄνευ δώρων ποιεῖσθαι κρίσιν, καὶ τὰ ἐς τὸν δοκιμαζόμενόν τε καὶ μή, φυλάξειν καὶ ταῦτα ἐν ἀπορρήτῳ. Zunächst sind τόμια (wie ἔντομα) die von dem Opfernden zerschnittenen Stücke des Opfertieres, wie z. B. von Agamemnon, der T 266 nach dem geschworenen Eide dem von Talthybios bereitgehaltenen Eber die Kehle durchschneidet, gesagt wird: κατὰ τῶν τομίων κάπρου ἐπώμοσεν (Paus. 5, 24, 11); dann wird aber das Wort τόμια (wie σφάγια) auch für das zum Schlachten bestimmte Tier, für »das Eidopfer« gebraucht (z. B. Ar. Lys. 186). So sind wir auch in unserer Inschrift durch den Plural τόμι[ja] nicht etwa genötigt, an eine Mehrzahl von Opfertieren zu denken. Zu dem Feste, über dessen Vorbereitung unsere Inschrift Kunde gibt, wird das Eidopfer in ähnlichem Zusammenhang wie in Olympia und anderwärts gestanden haben; es werden also Wettkämpfe mit dem Fest verbunden gewesen sein. Zu dieser Annahme führt uns auch das nächste Wort der Inschrift.

Z. 18/19. [τι]μίδαις »den Kampfordnern«. Nach τόμι[ja] ist auf Z. 18 noch Platz für ein Zeichen; die Ergänzung [τι]μίδαις halte ich für sicher. Wir kennen das Wort aus der alten Inschrift aus Tegea, die G. Mendel, Bull. de corr. hell. 25, 267, nr. 1 veröffentlicht und deren Lesung A. Wilhelm, Ath. Mitt. 31, 228 [= Beiträge zur griech. Inschriftenkunde S. 9] berichtigt hat. Sie steht zweimal auf einem hermenähnlichen Stein, das eine Mal in zwei Zeilen:

τοῖς πάνσι [τ]ιμίδαις προ*h*έδρα
τ[ε]ῖδέ νι κἐπὶ θατέροι ἀγôνι.

Das zweitemal in vier Zeilen:

τοῖς] πάνσι τι[μί-
δαις] προ*h*έδρ[α τεῖ-
δέ νι] κἐπὶ τἀτέρο[ι
ἀγῶνι.

Nur in der Auffassung von τοῖς πάνσι τιμίδαις hat Wilhelm das Richtige noch nicht getroffen. Mendel hatte die Worte von allen Angehörigen des Geschlechts der Τιμίδαι verstanden; Wilhelm, der τοῖς Πανσιτιμίδαις schreibt, versteht sie von einem Geschlecht der Πανσιτιμίδαι, das an der durch den Stein bezeichneten Stelle seinen Ehrensitz gehabt habe, »auch bei dem andern der zwei Agone«. Wie man sich aber so den Zusatz erklären könnte, weiß ich nicht, und hat auch Wilhelm nicht gesagt. Ich glaube, daß die Inschrift nur unter der Voraussetzung verständlich ist, daß es in Tegea zwei Arten von ἀγῶνες und zwei Arten von τιμίδαι gab, nämlich für jeden der zwei Agone besondere τιμίδαι, und daß die τιμίδαι des einen Agon nach der Bestimmung dieser Inschrift ihren Ehrensitz auch bei dem anderen Agon einnehmen durften, so daß οἱ πάντες τιμίδαι vereint dort saßen, obwohl jedesmal nur der eine Teil von ihnen in Funktion war. τιμίδαι (wie τίμιοι von τιμή, vgl. γεννάδαι von γέννα) sind Leute, die ein Ehrenamt oder eine Ehrenstellung haben; hier läßt die enge Beziehung, die sie zu bestimmten Arten von Wettkämpfen haben, auf Kampfordner (ἀγωνοθέται, ἐπιμεληταί od. dgl.) oder auf Kampfrichter (κριταί, βραβεῖς od. dgl.) schließen. Wenn in Tegea herkömmlich zwei Agone, etwa ein ἀγὼν γυμνικός und ein ἀγὼν μουσικός bei Gelegenheit eines periodisch wiederkehrenden Festes gefeiert wurden, so ist sowohl die Einrichtung, für jede der beiden Agone besondere τιμίδαι einzusetzen, wie die Bestimmung, allen τιμίδαι den Ehrensitz einzuräumen, auch in dem ἀγών, in dem sie nicht fungierten, leicht verständlich.

Z. 19. Nach ἰδέ ist noch Platz für drei Zeichen; dem Sinne nach notwendig ist die Ergänzung des Subjekts zu πείσει, also die Bezeichnung des Tempelbeamten, der die τόμιϳα zu bezahlen hatte. Das war der ταμίας, der auch in kleinen Heiligtümern vorauszusetzen ist (Stengel, Griech. Kultusalt. 48; für Mantineia ist die Bezeichnung ταμίας, ταμίαι nachweisbar in der Inschrift Bull. de corr. hell. 16, 577 Z. 7. 12); daß die ταμίαι die Zahlungen für das Opfer zu leisten haben, wird in den Pergamenischen Inschriften VIII 1 nr. 246 Z. 18 ff. erwähnt. Wenn das Wort hier stand, so hat es, da nur für drei Zeichen Raum ist, die ς-lose Nominativform (Verf., Gr. Dial. II 272 ff.) gehabt, also [ταμίϳᾱ] oder [ταμίᾱ].

Z. 20. πείσει »soll bezahlen« als kyprisch aus Edalion GDI. $60_{12.25}$ [135] bereits bekannt (Verf., Gr. Dial. II 257); vgl. auch böot. ποταποπισάτω Orchomenos IG. VII 3172_{85}. Wie πείσει der Bedeutung nach hier und auf der Bronze von Edalion imperativisch ist, darin übereinstimmend mit den Konjunktiven ϝερσήη 16, ἴ(μ)φορήση 18, so werden wir es auch der Form nach richtiger als kurzvokalischen Konjunktiv des sigmatischen Aorists bezeichnen denn als Futurum. So sehen wir in ϝερσήη und πείσει die ursprüngliche Verschiedenheit der Bildungsweise des Konjunktivs thematischer und unthematischer Verbalformen gewahrt, in φορήση aber bereits die Konjunktivbildung der thematischen Konjugation analogisch eingedrungen.

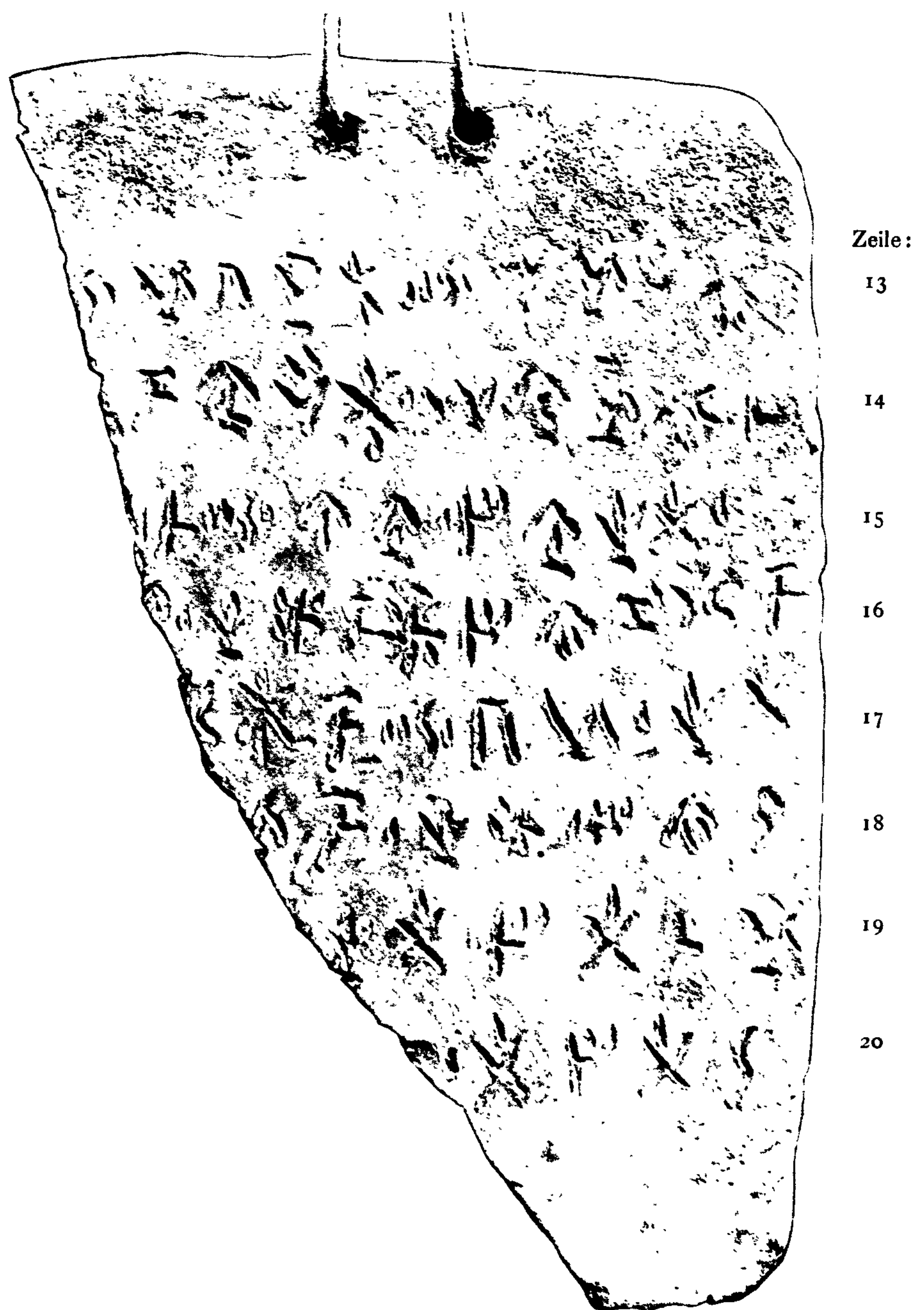
Ausgegeben am 24. Februar.

Vorderseite.



R. Meister: Kyprische Sakralinschrift.

Rückseite.



R. Meister: Kyprische Sakralinschrift.

1910.
X.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

17. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Nernst las über »Untersuchungen, die specifische Wärme bei tiefen Temperaturen betreffend«. (Ersch. später.)

Der Vortragende berichtet über zwei Methoden zur Bestimmung der specifischen Wärme fester und flüssiger Körper, die speciell für sehr tiefe Temperaturen sich eignen, und über die damit gewonnenen Resultate, die zum Theil von den HH. Lindemann und Koref, zum Theil von ihm selber herrühren. Es zeigt sich bei sehr tiefen Temperaturen ein beschleunigter Abfall der specifischen Wärme, was den von Einstein kürzlich aufgestellten Gesichtspunkten entspricht und zugleich es wahrscheinlich macht, dass in nächster Nähe des absoluten Nullpunkts die specifische Wärme sowohl bei festen wie bei flüssigen Stoffen verschwindend klein wird. Dies Verhalten ist in Übereinstimmung mit den Forderungen des vom Vortragenden vor einigen Jahren aufgestellten Wärmetheorems; die oben erwähnten Messungen liefern zugleich eine Anzahl genauerer Anwendungen desselben, als bisher möglich war.

2. Hr. Müller-Breslau las über excentrisch gedrückte gegliederte Stäbe.

Es wird die Berechnung der Formänderung und die Beanspruchung excentrisch gedrückter Rahmenstäbe und Gitterstäbe gezeigt.

3. Hr. Schottky las: Die geometrische Theorie der Abel-schen Functionen vom Geschlechte 3.

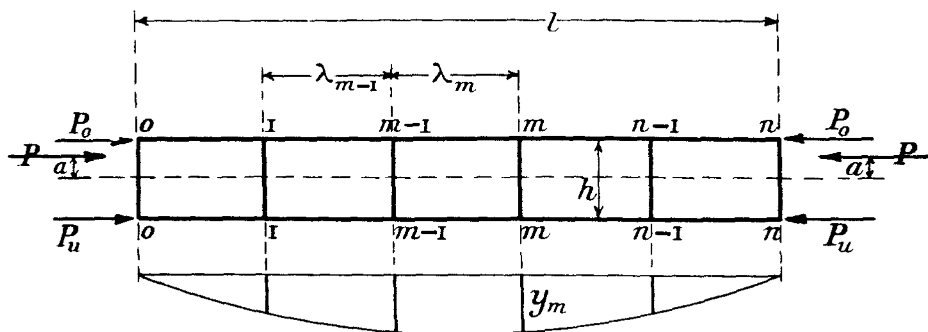
Der Verfasser leitet bestimmte Gleichungen, die von ihm in früheren Untersuchungen über Abel'sche Functionen von drei Variabeln mit Hülfe der Göpel'schen Methode gewonnen waren, von neuem geometrisch und mit Benutzung der Riemann'schen algebraischen Grundbegriffe ab.

Über exzentrisch gedrückte gegliederte Stäbe.

Von Heinrich Müller-Breslau.

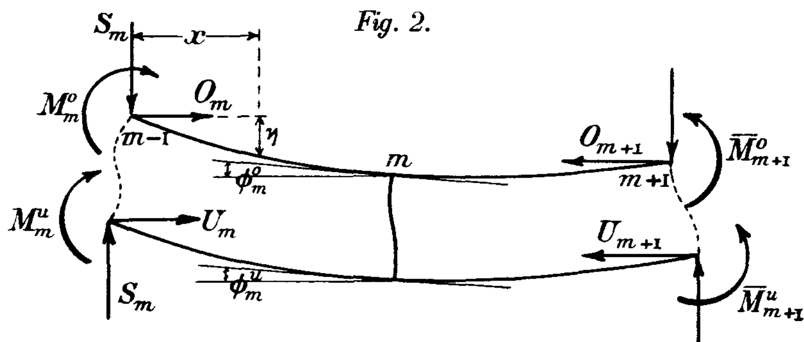
Bei der Berechnung auf Druck beanspruchter gegliederter Stäbe von Eisenkonstruktionen wird zur Zeit allgemein die Voraussetzung eines mit der Stabachse zusammenfallenden Druckes gemacht. Die sich hierbei einstellende Unbestimmtheit der Aufgabe: »welche Kräfte müssen von den die Gurtungen verbindenden Gliedern (den Querblechen oder der Vergitterung) aufgenommen werden« wird durch Annahmen umgangen, die mit der Beobachtung nicht recht im Einklange stehen, wie z. B. die Voraussetzung, der Stab erfahre trotz zentrischer Belastung eine nach der Sinuslinie verlaufende größere Durchbiegung. Damit soll nicht etwa gesagt sein, daß alle diese Annahmen zu unzuverlässigen Konstruktionen führen. Immerhin bleibt aber zu bedenken, daß der Fall zentrischer Belastung in Wirklichkeit nicht vorkommt, und in vielen Fällen die Angabe der zulässigen Druckverlegung der zwei- bis dreifachen Gebrauchslast einen besseren Maßstab für die Beurteilung der Sicherheit abgibt, als die Beschränkung auf die Feststellung der womöglich weit außerhalb der Proportionsgrenze liegenden und daher unter ungültigen Voraussetzungen berechneten Knicklast. Es möge daher im folgenden der Einfluß eines mit der Stabachse nicht zusammenfallenden Druckes näher untersucht werden.

Fig. 1.

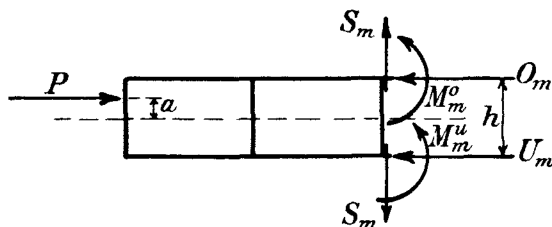


I. Der Rahmenstab.

Auf die Gurtungen eines Rahmenstabes (Fig. 1) mögen ungleiche Drucke P_o und P_u wirken, deren Resultierende P von der Stabachse den Abstand a hat. Durch zwei Schnitte, rechts vom Querstabe $m-1$ und links vom Querstabe m, beide dicht neben den Querstäben geführt,



trennen wir ein Stück von der Länge $\lambda_m + \lambda_{m+1}$ heraus und bringen an den Stabenden die in Fig. 2 angegebenen Kräfte und Momente als Ersatz der in den Schnittflächen wirkenden inneren Kräfte an. Die unwesentlichen Änderungen der Längen der Verbindungsstäbe ver-



nachlässigen wir von vornherein: wir nehmen also die Durchbiegungen der Gurtungen an den Verbindungsstellen gleich groß an. Bezeichnen wir dann die Durchbiegung an der Stelle m mit y_m, so folgen aus den Bedingungen für das Gleichgewicht der am Stücke $0-(m-1)$ angreifenden Kräfte (Fig. 3) die Beziehungen:

$$(1.)\quad \begin{cases} O_m = \dfrac{P}{h}\left(\dfrac{h}{2} + a + y_{m-1}\right) - \dfrac{M_m^o + M_m^u}{h} \\ U_m = \dfrac{P}{h}\left(\dfrac{h}{2} - a - y_{m-1}\right) + \dfrac{M_m^o + M_m^u}{h}. \end{cases}$$

Zwischen den Momenten M_m und $\overline{M}_m$ bestehen die Gleichungen:

$$(2.)\quad \begin{cases} \overline{M}_m^o = M_m^o + O_m(y_m - y_{m-1}) - S_m\lambda_m \\ \overline{M}_m^u = M_m^u + U_m(y_m - y_{m-1}) + S_m\lambda_m. \end{cases}$$

An den Enden des Verbindungsstabes $m-m$ greifen außer den Querkräften

$$O_{m+1}-O_m=-(U_{m+1}-U_m)$$

und den von den S abhängigen Längskräften die Momente an:

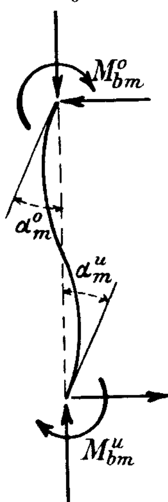
$$(3.)\quad \begin{cases} M^o_{bm}=M^o_m-M^o_{m+1} \\ M^u_{bm}=M^u_m-M^u_{m+1}\,; \end{cases}$$

sie drehen die Enden des Verbindungsstabes mm um die Winkel (Fig. 3)

$$(4.)\quad \begin{cases} \alpha^o_m=\dfrac{2M^o_{bm}-M^u_{bm}}{6EJ_b}h \\[2ex] \alpha^u_m=\dfrac{2M^u_{bm}-M^o_{bm}}{6EJ_b}h\,, \end{cases}$$

wo J_b das Trägheitsmoment des Querschnittes des Stabes mm und E den Elastizitätsmodul bedeutet. Außer durch die Momente werden die Drehungen der Stabenden noch beeinflußt durch die Scheerkräfte und die Nachgiebigkeit der Niete und Schrauben, welche Querstäbe und Gurtungen miteinander verbinden. Eine genaue Angabe aller Einflüsse ist für die hier ausschließlich in Betracht kommenden Bindebleche (Fig. 4) nicht möglich; auch die Gleichungen (4) geben nur eine Annäherung. Ich ziehe es daher vor, die Winkel α als Werte zu behandeln, deren Einfluß nur mittels einer Schätzung berücksichtigt werden kann.

Fig. 4.



Wären die Querverbindungen vollkommen starr, so würden sich die Querschnitte m beider Gurtungen um gleiche Winkel drehen und die Drehung des Querschnittes $m-1$ gegen den Querschnitt m würde, wenn F den Inhalt des Gurtquerschnittes bedeutet, betragen:

$$\tau_m=\frac{\Delta\lambda^o_m-\Delta\lambda^u_m}{h}=\frac{(O_m-U_m)\lambda_m}{EFh}.$$

Das gibt mit Beachtung von (1)

$$(5.)\quad \tau_m=\frac{2P\lambda_m}{EFh^2}(a+y_{m-1})-\frac{2\lambda_m}{EFh^2}(M^o_m+M^u_m).$$

Zwischen den Neigungswinkeln der elastischen Linie in den Punkten $m-1$ und m würde die Beziehung bestehen:

$$\phi_{m-1}=\phi_m+\tau_m\,;$$

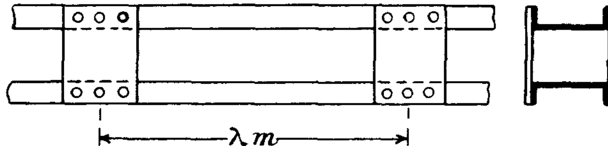
an ihre Stelle tritt für die obere und untere Gurtung:

(6.) $$\phi^o_{m-1} = \phi^o_m + \tau_m + \alpha^o_{m-1} - \alpha^o_m$$

und

(7.) $$\phi^u_{m-1} = \phi^u_m + \tau_m + \alpha^u_{m-1} - \alpha^u_m .$$

Fig. 5.



Für steife Stäbe mit geringen Durchbiegungen lautet die Gleichung der elastischen Linie mit genügender Genauigkeit

$$\frac{d^2\eta}{dx^2} = -\frac{M}{EJ},$$

wo J das Trägheitsmoment des Gurtquerschnittes bedeutet. Hieraus folgt für den oberen Stab, mit der Bezeichnung

(8.) $$\beta^o_m = \sqrt{\frac{O_m}{EJ}},$$

$$\eta = (y_m - y_{m-1})\frac{\sin\beta^o_m x}{\sin\beta^o_m\lambda_m} + \frac{M^o_m}{O_m}\left(\frac{\cos\beta^o_m\left(\frac{\lambda_m}{2} - x\right)}{\cos\frac{\beta^o_m\lambda_m}{2}} - 1\right) + \frac{S_m}{O_m}\left(x - \frac{\lambda_m \sin\beta^o_m x}{\sin\beta^o_m\lambda_m}\right),$$

denn es muß $\eta = 0$ sein für $x = 0$ und $\eta = y_m - y_{m-1}$ für $x = \lambda_m$.

Die Werte von $\frac{d\eta}{dx}$ an den Stellen $m-1$ und m sind

I. $$\phi^o_{m-1} = \frac{\beta^o_m}{\sin\beta^o_m\lambda_m}(y_m - y_{m-1}) + \beta^o_m\frac{M^o_m}{O_m}\operatorname{tg}\frac{\beta^o_m\lambda_m}{2} + \frac{S_m}{O_m}\left(1 - \frac{\beta^o_m\lambda_m}{\sin\beta^o_m\lambda_m}\right).$$

II. $$\phi^o_m = \beta^o_m \operatorname{cotg}\beta^o_m\lambda_m(y_m - y_{m-1}) - \beta^o_m\frac{M^o_m}{O_m}\operatorname{tg}\frac{\beta^o_m\lambda_m}{2} + \frac{S_m}{O_m}\left(1 - \frac{\beta^o_m\lambda_m\cos\beta^o_m\lambda_m}{\sin\beta^o_m\lambda_m}\right).$$

Subtrahiert man II von I, so erhält man

III. $$\tau_m + \alpha^o_{m-1} - \alpha^o_m = \beta^o_m(y_m - y_{m-1})\operatorname{tg}\frac{\beta^o_m\lambda_m}{2} + 2\beta^o_m\frac{M^o_m}{O_m}\operatorname{tg}\frac{\beta_m\lambda}{2} - \frac{S_m}{O_m}\beta^o_m\lambda_m\operatorname{tg}\frac{\beta^o_m\lambda_m}{2}.$$

Aus III und I ergibt sich

(9.) $$S_m = O'_m\left[\phi_m + \frac{\tau_m}{2} + \frac{1}{2}(\alpha^o_{m-1} - \alpha^o_m) - \frac{y_m - y_{m-1}}{\lambda_m}\gamma^o_m\right],$$

wo

(10.) $$\gamma_m^o = \frac{\beta_m^o \lambda_m}{2} \operatorname{cotg} \frac{\beta_m^o \lambda_m}{2},$$

und

(11.) $$O'_m = \frac{O_m}{1-\gamma_m^o},$$

und ebenso findet man für die untere Gurtung[1]

(9'.) $$-S_m = U'_m \left[\phi_m + \frac{\tau_m}{2} + \frac{1}{2}(\alpha_{m-1}^u - \alpha_m^u) - \frac{y_m - y_{m-1}}{\lambda_m} \gamma_m^u \right]$$

(10'.) $$\gamma_m^u = \frac{\beta_m^u \lambda_m}{2} \operatorname{cotg} \frac{\beta_m^u \lambda_m}{2}$$

(11'.) $$U'_m = \frac{U_m}{1-\gamma_m^u}.$$

Nun folgt aus (9) und (9'):

(12.) $$\frac{y_m - y_{m-1}}{\lambda_m} = \frac{1}{2\psi_m}(\tau_m + \phi_m) + \rho_m,$$

mit den Bezeichnungen:

(13.) $$\psi_m = \frac{\gamma_m^o O'_m + \gamma_m^u U'_m}{O'_m + U'_m}$$

(14.) $$\rho_m = \frac{(\alpha_{m-1}^o - \alpha_m^o) O'_m + (\alpha_{m-1}^u - \alpha_m^u) U'_m}{\gamma_m^o O'_m + \gamma_m^u U'_m}.$$

Ganz ebenso ergibt sich für das $(m+1)^{\text{te}}$ Feld

(12'.) $$\frac{y_m - y_{m+1}}{\lambda_{m+1}} = \frac{1}{2\psi_{m+1}}(\tau_{m+1} - \phi_m) + \rho'_{m+1},$$

(14'.) $$\rho_{m+1} = \frac{(\alpha_m^o - \alpha_{m+1}^o) O'_{m+1} + (\alpha_m^u - \alpha_{m+1}^u) U'_{m+1}}{\gamma_{m+1}^o O'_{m+1} + \gamma_{m+1}^u U'_{m+1}}.$$

Addiert man (12) und (12'), so findet man

(15.) $$\frac{y_m - y_{m-1}}{\lambda_m} + \frac{y_m - y_{m+1}}{\lambda_{m+1}} = \frac{\tau_m}{2\psi_m} + \frac{\tau_{m+1}}{2\psi_{m+1}} + \rho_m + \rho_{m+1}.$$

Die Gleichung III liefert mit $O_m = \beta_m^o \, 2EJ$:

(16.) $$2M_m^o = \frac{2EJ}{\lambda_m} \gamma_m^o (\tau_m + \alpha_{m-1}^o - \alpha_m^o) - O_m (y_m - y_{m-1}) + S_m \lambda_m,$$

[1] Wird U infolge eines besonders großen Momentes negativ, die untere Gurtung also auf Zug beansprucht, so treten bei der Integration der Gleichung der elastischen Linie an die Stelle der Kreisfunktionen die entsprechenden Hyperbelfunktionen.

und ganz ebenso findet man

$$(16'.)\quad 2\,M_m^u = \frac{2\,EJ}{\lambda_m}\gamma_m^u(\tau_m + \alpha_{m-1}^u - \alpha_m^u) - U_m(y_m - y_{m-1}) - S_m\lambda_m\,.$$

Daher ist

$$(17.)\quad 2\,(M_m^o + M_m^u) = \frac{2\,EJ\tau_m}{\lambda_m}(\gamma_m^o + \gamma_m^u) - P(y_m - y_{m-1}) + A_m$$

und

$$(17'.)\quad 2\,(\overline{M}_{m+1}^o + \overline{M}_{m+1}^u) = \frac{2\,EJ}{\lambda_{m+1}}\tau_{m+1}(\gamma_{m+1}^o + \gamma_{m+1}^u) - P(y_m - y_{m+1}) + A_{m+1},$$

wo

$$(18.)\quad \begin{cases} A_m = \dfrac{2\,EJ}{\lambda_m}\gamma_m^o(\alpha_{m-1}^o - \alpha_m^o) + \dfrac{2\,EJ}{\lambda_m}\gamma_m^u(\alpha_{m-1}^u - \alpha_m^u) \\ A_{m+1} = \dfrac{2\,EJ}{\lambda_{m+1}}\gamma_{m+1}^o(\alpha_m^o - \alpha_{m+1}^o) + \dfrac{2\,EJ}{\lambda_{m+1}}\gamma_{m+1}^u(\alpha_m^u - \alpha_{m+1}^u)\,. \end{cases}$$

Nun folgt aus (5)

$$2\,(M_m^o + M_m^u) = 2\,P(a + y_{m-1}) - \frac{EFh^2}{\lambda_m}\tau_m$$

und in derselben Weise

$$2\,(\overline{M}_{m+1}^o + \overline{M}_{m+1}^u) = 2\,P(a + y_{m+1}) - \frac{EFh^2}{\lambda_{m+1}}\tau_{m+1}\,.$$

Setzt man diese Werte in (17) und (17′) ein, so erhält man

$$(19.)\quad \tau_m = \frac{P(2\,a + y_{m-1} + y_m)\lambda_m - A_m\lambda_m}{2\,E\left[\dfrac{Fh^2}{2} + J(\gamma_m^o + \gamma_m^u)\right]}$$

und

$$(19'.)\quad \tau_{m+1} = \frac{P(2\,a + y_{m+1} + y_m)\lambda_{m+1} - A_{m+1}\lambda_{m+1}}{2\,E\left[\dfrac{Fh^2}{2} + J(\gamma_{m+1}^o + \gamma_{m+1}^u)\right]}$$

und kann jetzt (15) umformen in

$$(20.)\quad -\frac{y_{m-1}}{\lambda_m}(1 + \varkappa_m) + \frac{y_m}{\lambda_m}(1 - \varkappa_m) + \frac{y_m}{\lambda_{m+1}}(1 - \varkappa_{m+1}) - \frac{y_{m+1}}{\lambda_{m+1}}(1 + \varkappa_{m+1})$$
$$= 2\,a\left(\frac{\varkappa_m}{\lambda_m} + \frac{\varkappa_{m+1}}{\lambda_{m+1}}\right) - \frac{A_m}{P}\varkappa_m - \frac{A'_{m+1}}{P}\varkappa_{m+1} + \rho_m + \rho'_m\,,$$

wo

$$(21.)\quad \varkappa_m = \frac{P\lambda_m^2}{4\,ET_m}\,.$$

$$(22.)\quad T_m = \psi_m\left[\frac{Fh^2}{2} + J(\gamma_m^o + \gamma_m^u)\right].$$

Die Anzahl der Gleichungen (20) stimmt mit der Anzahl der Unbekannten y überein. Die Größen A und z sind durch die Werte $\varkappa$ bestimmt; sie können beim ersten Rechnungsgange gestrichen werden und sind bei breiten Bindeblechen von so unwesentlichem Einfluß auf die y, daß ihnen durch eine geringe Erhöhung des Sicherheitsgrades Rechnung getragen werden kann. Die Feldweiten λ macht man zweckmäßig gleich groß; es gehen dann die Gleichungen (20) über in

$$(23.)\quad -y_{m-1}(1+\varkappa_m)+y_m(2-\varkappa_m-\varkappa_{m+1})-y_{m+1}(1+\varkappa_{m+1}) = 2a(\varkappa_m+\varkappa_{m+1}).$$

In diesen Gleichungen sind die Werte $\varkappa$ so verwickelte transzendente Funktionen der Unbekannten y, daß eine Auflösung nur auf dem Wege der schrittweisen Verbesserung der Ergebnisse möglich ist. In den ersten Rechnungsgang müssen auf Grund geschätzter Durchbiegungen y berechnete Werte $\varkappa$ eingeführt werden. Derartige Rechnungen führen zu dem erfreulichen Ergebnis, daß in dem hier in Betracht kommenden Anwendungsgebiete, das heißt bei Rahmenstäben, die so steif ausgebildet werden, daß größere Verbiegungen ausgeschlossen sind, die Zahlen $\varkappa$ nur wenig durch die y beeinflußt werden. Da nun die Abhängigkeit der $\varkappa$ von den y darin ihren Grund hat, daß die $\varkappa$ Funktionen der Werte

$$\beta_m^o = \sqrt{\frac{O_m}{EJ}} = \sqrt{\frac{1}{EJ}\left[\frac{P}{h}\left(\frac{h}{2}+a+y_{m-1}\right)-\frac{M_m^o+M_m^u}{h}\right]}$$

$$\beta_m^u = \sqrt{\frac{U_m}{EJ}} = \sqrt{\frac{1}{EJ}\left[\frac{P}{h}\left(\frac{h}{2}-a-y_{m-1}\right)+\frac{M_m^o+M_m^u}{h}\right]}$$

sind, so braucht man nur den Einfluß der Ungleichheit der Gurtkräfte auf die Werte ψ_m und

$$J'_m = \frac{Fh^2}{2}+J(\gamma_m^o+\gamma_m^u),$$

durch welche nach (21) und (22) die Ziffern $\varkappa$ bestimmt sind, zu prüfen.

Ich teile einige Ergebnisse eines der vollständig durchgerechneten Zahlenbeispiele hier mit.

Der Stab bestehe aus zwei [-Eisen NP 14 mit $J = 62.7$ cm^4 und $F = 20.4$ cm^2. Es sei $h = 15$ cm, $l = 600$ cm, $n = 6$. Material: Flußeisen mit $E = 2150$ t/cm^2, wofür wir nur $E = 2000$ in Rechnung stellen. Es ist dies eine der Maßnahmen, welche der nicht genau feststellbaren Verformung der Bindebleche Rechnung tragen sollen. Aus dem gleichen Grunde rechnen wir mit $\lambda = \frac{1}{6}l = 100$ cm. In

Wirklichkeit ist, wegen der an den Enden angeordneten Bindebleche nicht einmal der Abstand von Mitte zu Mitte Bindeblech gleich 100 cm; noch kleiner ist die Strecke, auf der das Gurtstück λ nur den Querschnitt F hat.

Es sollen die Durchbiegungen infolge einer Last $P = 40$ t im Abstande $a = \frac{l}{200} = 3\text{ cm} = \frac{h}{5}$ von der Stabachse berechnet werden. Ohne Rücksicht auf die y und M ergibt sich

$$O = P\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{5}\right) = 28\text{ t}, \quad U = 12\text{ t},$$

wofür wir $O = 34$ t, $U = 6$ t annehmen wollen, was einer Vergrößerung des Hebels a durch die y und M um 2 cm entspricht. Um den Einfluß des Verhältnisses $O : U$ zu prüfen, berechnen wir die Werte

$$\frac{\beta^o\lambda}{2} = 50\sqrt{\frac{O}{2000 \cdot 62.7}} = \sqrt{\frac{O}{50.16}}; \quad \frac{\beta^u\lambda}{2} = \sqrt{\frac{U}{50.16}}$$

und die aus ihnen folgenden ψ und J' für eine Reihe von Werten O und U und erhalten:

Für O	Für U	$\frac{\beta^o\lambda}{2}$	$\frac{\beta^u\lambda}{2}$	$\angle\frac{\beta^o\lambda}{2}$	$\angle\frac{\beta^u\lambda}{2}$	γ^o nach (10)	γ^u nach (10')	ψ nach (11) (11') (13)	J'
20	20	0.631446	0.631446	36° 11'	36° 11'	—	—	0.863[1]	2400
28	12	0.747137	0.489116	42 49	28 2	0.80836	0.51860	0.863	2400
34	6	0.823305	0.345857	47 10	19 49	0.76329	0.95978	0.863	2400

Hiernach beeinflussen selbst beträchtliche Unterschiede zwischen den O und U die Werte ψ und J' so wenig, daß nach der Abrundung Übereinstimmung besteht. Die Auflösung der Gleichungen (20) ergab

$$y_1 = 1.064\text{ cm} \qquad y_2 = 1.745\text{ cm} \qquad y_3 = 1.980\text{ cm}.$$

Nach Berechnung der ϕ, τ, S, M^o, M^u wurden für die Gurtkräfte die Werte gefunden:

Feld 1	$O = 29.0$ t	$U = 11.0$ t
Feld 2	$O = 31.2$ t	$U = 8.2$ t
Feld 3	$O = 32.3$ t	$U = 7.7$ t,

sie liegen innerhalb der Grenzen der Zahlen der vorstehenden Tabelle.

[1] Für $O = U$ ist $\psi = \gamma = \frac{\beta\lambda}{2}\operatorname{cotg}\frac{\beta\lambda}{2}$.

Zu ähnlichen Ergebnissen haben alle gerechneten Beispiele geführt. Man darf hiernach die $\varkappa$, wenigstens für einen ersten Rechnungsgang, konstant annehmen und erhält die einfache Gleichung

$$(25.) \qquad -y_{m-1} + 2y_m \frac{1-\varkappa}{1+\varkappa} - y_{m+1} = 4a\varkappa;$$

ihre allgemeine Lösung lautet, wegen der aus der Symmetrie folgenden Bedingung $y_m = y_{n-m}$,

$$y_m = C\cos\left(\frac{n}{2} - m\right)\vartheta - a,$$

wo

$$(26.) \qquad \cos\vartheta = \frac{1-\varkappa}{1+\varkappa}.$$

Für $m = 0$ muß $y_0 = 0$ sein, daher

$$C = \frac{a}{\cos\frac{n}{2}\vartheta}$$

und

$$(27.) \qquad y_m = a\left[\frac{\cos\left(\frac{n}{2} - m\right)\vartheta}{\cos\frac{n}{2}\vartheta} - 1\right].$$

Der Wert ϑ darf die Grenze

$$\vartheta = \frac{\pi}{n}$$

nicht überschreiten. Aus

$$\frac{1-\varkappa}{1+\varkappa} = \cos\frac{\pi}{n}$$

folgt

$$\varkappa = \operatorname{tg}^2\frac{\pi}{2n}$$

und man erhält schließlich aus (21) mit $\lambda = \frac{l}{n}$ für die sogenannte Knicklast die Formel

$$(28.) \qquad P_k = (2n)^2 \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{2n}\right)\frac{E}{l^2}\left[\frac{Fh^2}{2} + J(\gamma^o + \gamma^u)\right]\psi;$$

sie ist für $a = 0$ und $O = U = \frac{1}{2}P_k$ bereits von Hrn. L. Mann[1]

[1] L. Mann, Statische Berechnung steifer Vierecknetze. Zeitschrift für Bauwesen, 1909, § 3.

abgeleitet worden. Mit den Bezeichnungen

$$T' = \mu\psi\left[\frac{Fh^2}{2} + J(\gamma^o + \gamma^u)\right],$$

$$\mu = \left(\frac{2n}{\pi}\right)^2 \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{2n}\right)$$

nimmt sie die EULERsche Form

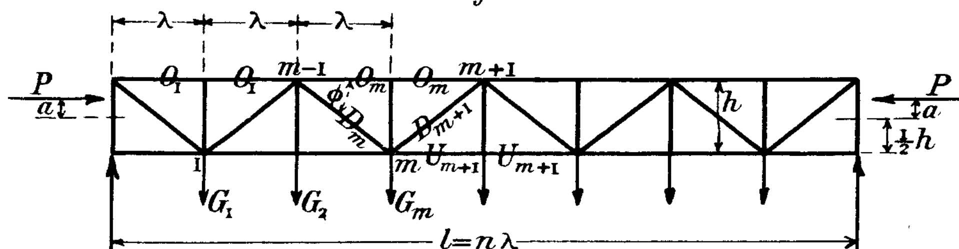
$$P_k = \pi^2 \frac{ET'}{l^2}$$

an. Der Rahmenstab verhält sich also bei genügend steifen Bindeblechen wie ein einheitlicher Stab, dessen Querschnitt das Trägheitsmoment T' besitzt. Die Zahl μ nimmt mit wachsendem n ab und wird gleich 1 für $n = \infty$. Die Exzentrizität a ist für die in der Regel vorliegenden Fälle ohne wesentlichen Einfluß auf die Knicklast, wohl aber von Bedeutung für die Beanspruchung des Stabes.

II. Der Gitterstab.

Der in Fig. 6 dargestellte Gitterstab werde durch P exzentrisch gedrückt und außerdem durch zur Stabachse rechtwinklige Lasten $G_1, G_2, \ldots G_m \ldots$ auf Biegung beansprucht. Zwischen den Durch-

Fig. 6.



biegungen y und den Längenänderungen Δo und Δu der Gurtstäbe und Δd der Diagonalen bestehen, wenn Zugkräfte positiv angenommen werden, die Beziehungen[1]

$$(1.)\quad \begin{cases} \dfrac{y_m - y_{m-1}}{\lambda} - \dfrac{y_{m+1} - y_m}{\lambda} = \dfrac{-\Delta o_m + (\Delta d_m + \Delta d_{m+1}) \sec\phi}{h} \\[2ex] \dfrac{y_{m+1} - y_m}{\lambda} - \dfrac{y_{m+2} - y_{m+1}}{\lambda} = \dfrac{+\Delta u_{m+1} - (\Delta d_{m+1} + \Delta d_{m+2}) \sec\phi}{h} \end{cases}.$$

[1] MÜLLER-BRESLAU, Graphische Statik der Baukonstruktionen, Bd. II. Abt. 2, 4. Auflage 1908, § 3. Die Gleichungen gelten auch für gekrümmte Gurte.

Bezeichnen wir die Spannkräfte in den Gurtstäben mit O und U, in den Diagonalen mit D, ferner den Querschnitt der Gurtung mit F, der Diagonale mit F_d, so ist

$$(2.)\quad \begin{cases} \Delta o_m = \dfrac{O_m 2\lambda}{EF} & \Delta u_m = \dfrac{U_m 2\lambda}{EF} \\ \Delta d_m = \dfrac{D_m d_m}{EF_d} = \dfrac{D_m \lambda}{EF_d}\sec\phi . \end{cases}$$

Die in Fig. 6 angegebenen Querstäbe haben nur den Zweck, die freie Knicklänge der Gurtstücke zu verkleinern.

Werden zunächst Gelenke in allen Knotenpunkten angenommen und die von den Lasten G herrührenden Biegungsmomente mit M und Querkräfte mit Q bezeichnet, so ist

$$(3.)\quad \begin{cases} O_m = -\dfrac{P}{h}\left(a + \dfrac{h}{2} + y_m\right) - \dfrac{M_m}{h} \\ U_{m+1} = +\dfrac{P}{h}\left(a - \dfrac{h}{2} + y_{m+1}\right) + \dfrac{M_{m+1}}{h} \\ U_{m-1} + O_m + P + D_m\cos\phi = 0 \\ D_m = \dfrac{P}{h}(y_m - y_{m-1})\sec\phi + \dfrac{Q_m}{\sin\phi} \\ D_{m+1} = \dfrac{P}{h}(y_m - y_{m+1})\sec\phi - \dfrac{Q_{m+1}}{\sin\phi} \end{cases}$$

und die Gleichungen (1) lassen sich mit Beachtung der Beziehung $Q_m - Q_{m+1} = G_m$ umformen in

$$(4.)\quad \begin{cases} -y_{m-1} + (2-\rho)y_m - y_{m+1} = \rho\left(a + \dfrac{h}{2} + \dfrac{M_m}{P} + b_m\right) \\ -y_m + (2-\rho)y_{m+1} - y_{m+2} = \rho\left(a - \dfrac{h}{2} + \dfrac{M_{m+1}}{P} + b_{m+1}\right), \end{cases}$$

wo

$$(5.)\quad \rho = \frac{2P}{EF\dfrac{h^2}{\lambda^2} - P\dfrac{F}{F_d}\sec^3\phi}.$$

$$(6.)\quad b_m = \frac{\lambda}{2}\,\frac{G_m}{P}\,\frac{F}{F_d}\sec^3\phi .$$

Nehmen wir eine gleichmäßig auf die Knotenpunkte verteilte Belastung an, z. B. das Eigengewicht g der Längeneinheit des wagerecht liegenden Stabes, so ist

$$(7.)\qquad M_m = g\frac{\lambda^2}{2}m(n-m).$$

$$(8.)\qquad G_m = g\frac{\lambda}{2}$$

und wir erhalten die Gleichungen

$$(9.)\qquad \begin{cases} -y_{m-1}+(2-\rho)y_m-y_{m+1} = \rho\left[a+b+cm(n-m)+\frac{h}{2}\right] \\ -y_m+(2-\rho)y_{m+1}-y_{m+2} = \rho\left[a+b+c\overline{m+1}(n-\overline{m+1})-\frac{h}{2}\right]. \end{cases}$$

Zu beachten ist, daß der Knotenpunkt m der unteren Gurtung angehört, $m+1$ der oberen.

Die erste Gleichung lautet, wenn der Knotenpunkt 0 in der oberen Gurtung liegt:

$$(10.)\qquad (2-\rho)y_1-y_2 = \rho\left[a+b+c(n-1)+\frac{h}{2}\right],$$

die letzte Gleichung:

$$(11.)\qquad -y_{n-2}+(2-\rho)y_{n-1} = \rho\left[a+b+c(n-1)\pm\frac{h}{2}\right],$$

und zwar gilt in dieser letzteren $+\frac{h}{2}$ oder $-\frac{h}{2}$, je nachdem n eine gerade oder ungerade Zahl ist. Streichen wir zunächst die Glieder $cm(n-m)\pm\frac{h}{2}$, so ist das System (9) sowohl bei gerader als auch bei ungerader Felderzahl symmetrisch. Es muß sein

$$y_m = y_{n-m},$$

und die allgemeine Lösung ist

$$y_m = C\cos\left(\frac{n}{2}-m\right)\vartheta-a-b,$$

wo

$$(12.)\qquad \cos\vartheta = 1-\frac{\rho}{2}.$$

Da $y_0 = 0$ ist, folgt

$$C = \frac{a+b}{\cos\left(\frac{n}{2}\vartheta\right)}$$

und

(13.) $$y_m = (a+b)\left[\frac{\cos\left(\frac{n}{2}-m\right)\vartheta}{\cos\frac{n}{2}\vartheta} - 1\right].$$

Um den Einfluß der Glieder $\pm\rho\frac{h}{2}$ auf die y festzustellen, betrachten wir die Gleichungen

$$(2-\rho)y_1 - y_2 = +\frac{h}{2}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$-y_{m-1} + (2-\rho)y_m - y_{m+1} = +\frac{h}{2}$$

$$-y_m + (2-\rho)y_{m+1} - y_{m+2} = -\frac{h}{2}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$-y_{n-2} + (2-\rho)y_{n-1} \qquad = \pm\frac{h}{2}.$$

Wir addieren die erste Gleichung zur zweiten, die zweite zur dritten usw., führen als neue Unbekannte die arithmetischen Mittel

$$\eta_m = \frac{1}{2}(y_m + y_{m+1})$$

ein und erhalten:

$$-\eta_{m-1} + (2-\rho)\eta_m - \eta_{m+1} = 0.$$

Ist nun n eine gerade Zahl, so folgt aus der Symmetrie

$$\eta_m = \eta_{\overline{n+1}-m}$$

und die allgemeine Lösung lautet

(14.) $$\eta_m = C' \cos\left(\frac{n+1}{2} - m\right)\vartheta.$$

Bei ungeradem n ist

$$\eta_m = -\eta_{\overline{n+1}-m}$$

und

(15.) $$\eta_m = C'' \sin\left(\frac{n+1}{2} - m\right)\vartheta.$$

Zur Berechnung der Konstante benutzen wir die Gleichung

$$(2-\rho)y_1 - y_2 = \rho\frac{h}{2}.$$

Wir setzen

$$y_1 = 2\eta_1 \qquad y_2 = 2\eta_2 - y_1 = 2\eta_2 - 2\eta_1$$

und erhalten mit Beachtung von (12)

$$\eta_1(2\cos\vartheta + 1) - \eta_2 = h\sin^2\frac{\vartheta}{2}$$

und nach Einsetzen der Werte η_1 und η_2

$$C'\cos\left(\frac{n+1}{2} - 1\right)\vartheta\left(2\cos\vartheta - 1\right) - C'\cos\left(\frac{n+1}{2} - 2\right)\vartheta = h\sin^2\frac{\vartheta}{2}.$$

Hieraus folgt

(16.) $$C' = \frac{h}{2}\,\frac{\sin\frac{\vartheta}{2}\operatorname{tg}\frac{\vartheta}{2}}{\cos\frac{n\vartheta}{2}}$$

und ganz ebenso ergibt sich

(17.) $$C'' = \frac{h}{2}\,\frac{\sin\frac{\vartheta}{2}\operatorname{tg}\frac{\vartheta}{2}}{\sin\frac{n\vartheta}{2}}.$$

Die Gleichung

$$-y_{m-1} + (2-\rho)\,y_m - y_{m+1} = \rho\frac{h}{2}$$

geht mit

$$y_{m-1} = 2\eta_m - y_m \qquad y_{m+1} = 2\eta_{m+1} - y_m$$

über in

$$-(\eta_m + \eta_{m+1}) + y_m(1+\cos\vartheta) = \frac{h}{2}(1-\cos\vartheta)$$

und hieraus folgt für einen Knotenpunkt der unteren Gurtung bei gerader Felderzahl

(18.) $$y_m = h\operatorname{tg}^2\frac{\vartheta}{2}\,\frac{\cos\frac{m\vartheta}{2}\cos\frac{n-m}{2}\vartheta}{\cos\frac{n}{2}\vartheta}$$

und bei ungerader Felderzahl

(19.) $$y_m = h\operatorname{tg}^2\frac{\vartheta}{2}\,\frac{\cos\frac{m\vartheta}{2}\sin\frac{n-m}{2}\vartheta}{\sin\frac{n}{2}\vartheta}.$$

Für einen Knotenpunkt der oberen Gurtung ergibt sich bei gerader Felderzahl

$$(20.)\qquad y_m = h\,\mathrm{tg}^2\frac{\vartheta}{2}\,\frac{\cos\frac{m\vartheta}{2}\sin\frac{n-m}{2}\vartheta}{\cos\frac{n}{2}\vartheta},$$

bei ungerader Felderzahl

$$(21.)\qquad y_m = -h\,\mathrm{tg}^2\frac{\vartheta}{2}\,\frac{\sin\frac{m\vartheta}{2}\cos\frac{n-m}{2}\vartheta}{\sin\frac{n}{2}\vartheta}.$$

Um schließlich noch den Einfluß der Glieder $\varepsilon c m(n-m)$ zu finden, bestimmen wir mittels (5) die Koeffizienten der partikulären Lösung

$$y = A + Bm + Cm^2.$$

Wir finden

$$C = \frac{c}{\rho} \qquad B = -\frac{nc}{\rho} \qquad A = -\frac{2c}{\rho^2},$$

haben also zu den vorhin gefundenen Werten y noch den Betrag

$$(22.)\qquad y = -\frac{c}{\rho}\left[\frac{2}{\rho} + m(n-m)\right]$$

hinzuzufügen.

Für den Knotenpunkt m der unteren Gurtung erhalten wir z. B. bei gerader Zahl n:

$$(23.)\qquad y_m = (a+b)\left[\frac{\cos\left(\frac{n}{2}-m\right)\vartheta}{\cos\frac{n}{2}\vartheta} - 1\right] + h\,\mathrm{tg}^2\frac{\vartheta}{2}\,\frac{\cos\frac{m\vartheta}{2}\cos\frac{n-m}{2}\vartheta}{\cos\frac{n}{2}\vartheta}$$
$$-\frac{c}{\rho}\left[\frac{2}{\rho} + m(n-m)\right].$$

Nach Berechnung der y findet man die Spannkräfte in den einzelnen Stäben mit Hilfe der Gleichungen (3).

Den bislang vernachlässigten Biegungswiderstand der gelenklosen Gurtung kann man nachträglich wie folgt berücksichtigen. Aus den Spannkräften O, U, D berechnet man die Längenänderungen Δo, Δu, Δd; aus diesen die Änderungen der Dreieckwinkel und hierauf nach dem aus der Theorie der Nebenspannungen bekannten Verfahren die Biegungsmomente für die den Knotenpunkten entsprechenden Gurtquerschnitte. Sodann verbessert man die Spannkräfte O, U, D, die Längenänderungen Δo, Δu, Δd, und schließlich mittels der Gleichungen (1)

die Durchbiegungen y. Es handelt sich hier um ganz einfache Rechnungen. Ich verweise auf meine »Graphische Statik«, Bd. II, Abt. 2, Abschn. 3, insbesondere auf die in Nr. 85 mitgeteilten Näherungsformeln, die für die hier zu lösende Aufgabe ausreichen und schnell zum Ziele führen. Selbst der Einfluß des Biegungswiderstandes von Diagonalen, die durch zwei oder mehrere Niete mit den Gurtungen befestigt sind, läßt sich ohne Schwierigkeit verfolgen.

Die Knicklast P_k, bei deren Berechnung der die Sicherheit nur unwesentlich erhöhende Biegungswiderstand der Gurtungen und Diagonalen zweckmäßig außer acht gelassen wird, ist wieder bestimmt durch

$$n\vartheta = \pi.$$

Das gibt

$$1 - \frac{1}{2}\rho = \cos\frac{\pi}{n}$$

und, nach Gleichung (5):

$$1 - \frac{P_k}{EF\dfrac{h^2}{\lambda^2} - P_k\dfrac{F}{F_d}\sec^3\phi} = \cos\frac{\pi}{n}.$$

Hieraus folgt mit $\lambda = \dfrac{l}{n}$:

$$P_k = n^2\left(1 - \cos\frac{\pi}{n}\right)\frac{EFh^2}{l^2}\,\frac{1}{1 + \dfrac{F}{F_d}\sec^3\phi\left(1 - \cos\dfrac{\pi}{n}\right)}. \tag{24.}$$

Auf praktische Anwendungen der hier mitgeteilten Untersuchung werde ich an anderer Stelle eingehen. Ich hebe nur noch hervor, daß die entwickelten Formeln eine innerhalb der Proportionsgrenze liegende Beanspruchung des Materials voraussetzen, und daß ich es für zweckmäßig halte, die bekannten von Tetmajer für andere Stabarten gefundenen Versuchsergebnisse auch sinngemäß auf Rahmenstäbe und Gitterstäbe zu übertragen. In der nächsten Zeit hoffe ich, über eigene Versuche mit exzentrisch gedrückten gegliederten Stäben berichten zu können.

Die geometrische Theorie der ABEL'schen Functionen vom Geschlechte 3.

Von F. SCHOTTKY.

§ 1.

In einer Ebene seien sieben Punkte gegeben, von denen weder drei auf einer Geraden noch sechs auf einem Kegelschnitte liegen. Aus der Schaar der homogenen Functionen dritten Grades der Coordinaten x, y, z, die in den sieben festen Punkten verschwinden, lassen sich drei linear unabhängige, X, Y, Z, auswählen. Zwischen ihnen und den Coordinaten besteht identisch eine bilineare Gleichung, da die bilineare Form neun, die in sieben gegebenen Punkten verschwindende Function vierten Grades nur acht Coefficienten enthält. Wir wählen X, Y, Z so, dass die bilineare Relation die Form annimmt:

$$xX + yY + zZ = 0 .$$

Nimmt man, willkürlich, zu den sieben festen noch einen achten Punkt (x', y', z') hinzu, so gehen alle Curven dritten Grades, die durch die acht Punkte hindurchgehen, noch durch einen neunten, den wir den zu (x', y', z') conjugirten nennen. Er fällt nur dann mit (x', y', z') zusammen, wenn eine Curve dritten Grades existirt, die durch die sieben festen Punkte hindurchgeht, und die in (x', y', z') einen Doppelpunkt besitzt. Dies tritt ein, wenn die Determinante L, die aus den Ableitungen von X, Y, Z nach x, y, z gebildet ist, und die eine Function sechsten Grades von (x, y, z) ist, im Punkte (x', y', z') verschwindet.

Es sei

$$P = x'X + y'Y + z'Z$$

irgend eine Function der Schaar. x', y', z' sind zunächst Coefficienten. Wir können aber die drei Grössen als Coordinaten eines Punktes auffassen; dieser liegt, wie aus der bilinearen Relation folgt, auf der Curve $P = 0$. Wir nennen ihn den Hauptpunkt, und die in ihm gezogene Tangente die Haupttangente der Curve $P = 0$. Die Gleichung der Haupttangente ist $P' = 0$, wobei P' denjenigen in

x, y, z linearen Ausdruck bedeutet, der aus P durch Vertauschung der beiden Werthsysteme hervorgeht:

$$P' = xX' + yY' + zZ'.$$

Denn die Coefficienten in der Gleichung der Haupttangente sind den Werthen von $\frac{\partial P}{\partial x}, \frac{\partial P}{\partial y}, \frac{\partial P}{\partial z}$ im Punkte x', y', z' proportional; es ist aber dort:

$$\frac{\partial P}{\partial x} = x' \frac{\partial X'}{\partial x'} + y' \frac{\partial Y'}{\partial x'} + z' \frac{\partial Z'}{\partial x'},$$

und dies ist, der bilinearen Relation zufolge, mit $-X'$ identisch.

Die Haupttangente geht auch durch den zu x', y', z' conjugirten Punkt, wegen der bilinearen Relation, und weil die Werthe von X, Y, Z in conjugirten Punkten einander proportional sind. Liegt aber (x', y', z') auf der Curve sechsten Grades $L = 0$, so fällt der conjugirte mit ihm zusammen; dann ist der Hauptpunkt der Curve ein Wendepunkt derselben, und die gerade Linie $P' = 0$ hat mit der Curve $P = 0$ nur die eine Stelle (x', y', z') gemeinsam.

Ausserdem betrachten wir den Kegelschnitt $Q = 0$, den man als »Polare« der Curve $P = 0$ bezeichnen kann; es sei:

$$-Q = x' \frac{\partial P}{\partial x} + y' \frac{\partial P}{\partial y} + z' \frac{\partial P}{\partial z},$$

also:

$$-Q = x'^2 \frac{\partial X}{\partial x} + x'y' \left(\frac{\partial X}{\partial y} + \frac{\partial Y}{\partial x} \right) + \ldots + z'^2 \frac{\partial Z}{\partial z}.$$

Q ist eine quadratische Function von x, y, z einerseits, von x', y', z' andrerseits. Sie ist alternirend. Vertauscht man die beiden Werthsysteme, so geht Q in $-Q$ über.

Denn wegen der bilinearen Relation kann man setzen:

$$X = qz - ry, \quad Y = rx - pz, \quad Z = py - qx,$$

wo p, q, r quadratische Functionen sind. Dann wird

$$P = \begin{vmatrix} x & y & z \\ x' & y' & z' \\ p & q & r \end{vmatrix},$$

$$-Q = \begin{vmatrix} x & y & z \\ x' & y' & z' \\ \bar{p} & \bar{q} & \bar{r} \end{vmatrix}.$$

Hier sind $\bar{p}, \bar{q}, \bar{r}$ die »Polaren« von p, q, r; z. B.:

$$\bar{p} = x' \frac{\partial p}{\partial x} + y' \frac{\partial p}{\partial y} + z' \frac{\partial p}{\partial z}.$$

Diese sind symmetrisch; also Q alternirend. Es ist daher auch:

$$Q = x^2 \frac{\partial X'}{\partial x'} + xy \left(\frac{\partial X'}{\partial y'} + \frac{\partial Y'}{\partial x'} \right) + \ldots + z^2 \frac{\partial Z'}{\partial z'}.$$

Es ist noch von Interesse, zu sehen, was aus den drei im Punkte (x', y', z') verschwindenden Functionen P, Q, P' der unabhängigen Variabeln x, y, z wird, wenn man für (x, y, z) den dem Punkte (x', y', z') »unendlich nahen«:

$$x = x' + dx', \quad y = y' + dy', \quad z = z' + dz'$$

setzt. Hier wird:

$$P' = X'dx' + Y'dy' + Z'dz'.$$

Wir bezeichnen den rechts stehenden Differentialausdruck, der in Bezug auf x', y', z' von der vierten Dimension ist, mit Δ'. Der bilinearen Relation zufolge ist zugleich:

$$x'dX' + y'dY' + z'dZ' = -\Delta'.$$

Es geht demnach P' in Δ' über; P ist, bis auf unendlich kleine Grössen höherer Ordnung, mit $-\Delta'$ identisch. Bei Q ist der Haupttheil eine lineare Function von dx', dy', dz', in der z. B. der Coefficient von dx' durch folgenden Ausdruck gegeben ist:

$$2x' \frac{\partial X'}{\partial x'} + y' \left(\frac{\partial X'}{\partial y'} + \frac{\partial Y'}{\partial x'} \right) + z' \left(\frac{\partial X'}{\partial z'} + \frac{\partial Z'}{\partial x'} \right).$$

Da aber:

$$x' \frac{\partial X'}{\partial x'} + y' \frac{\partial X'}{\partial y'} + z' \frac{\partial X'}{\partial z'} = 3X',$$

$$x' \frac{\partial X'}{\partial x'} + y' \frac{\partial Y'}{\partial x'} + z' \frac{\partial Z'}{\partial x'} = -X'$$

ist, so ist der Coefficient von dx' gleich $2X'$. Daher ist Q, bis auf unendlich kleine Grössen zweiter Ordnung, mit $2\Delta'$ identisch.

§ 2.

Fassen wir wie bisher (x, y, z) als variabeln, (x', y', z') als willkürlichen festen Punkt auf. $Q = 0$ ist im Allgemeinen die Gleichung eines Kegelschnitts. Wenn aber (x', y', z') auf der Curve $L = 0$ liegt, so zerfällt der Kegelschnitt in zwei gerade Linien; eine davon ist

die Haupttangente $P' = 0$, die zugleich Wendetangente der Curve $P = 0$ ist.

Man sieht dies, mit einiger Rechnung, aus der letzten Form, in der wir Q dargestellt haben. Indem man zu der bilinearen Gleichung noch die partiellen Differentialgleichungen hinzunimmt, denen X, Y, Z als homogene Functionen von x, y, z genügen, kann man in der Gleichung $L = 0$ die Ableitungen $\frac{\partial Z}{\partial x}, \frac{\partial Z}{\partial y}, \frac{\partial Z}{\partial z}$, ferner $\frac{\partial X}{\partial z}, \frac{\partial Y}{\partial z}$ eliminiren; das Resultat ist:

$$Y^2 \frac{\partial X}{\partial x} + X^2 \frac{\partial Y}{\partial y} = XY \left(\frac{\partial X}{\partial y} + \frac{\partial Y}{\partial x}\right).$$

Es zeigt deutlich, dass die sieben festen Punkte Doppelpunkte der Curve sechsten Grades $L = 0$ sind; somit ist diese vom Geschlecht 3.

Wenn nun der Punkt (x', y', z') auf der Curve $L = 0$ liegt, so können wir jetzt in der quadratischen Function Q die Coefficienten von xy, xz und yz:

$$\frac{\partial X'}{\partial y'} + \frac{\partial Y'}{\partial x'}, \quad \frac{\partial X'}{\partial z'} + \frac{\partial Z'}{\partial x'}, \quad \frac{\partial Y'}{\partial z'} + \frac{\partial Z'}{\partial y'}$$

durch

$$\frac{Y'}{X'}\frac{\partial X'}{\partial x'} + \frac{X'}{Y'}\frac{\partial Y'}{\partial y'}, \quad \frac{Z'}{X'}\frac{\partial X'}{\partial x'} + \frac{X'}{Z'}\frac{\partial Z'}{\partial z'}, \quad \frac{Z'}{Y'}\frac{\partial Y'}{\partial y'} + \frac{Y'}{Z'}\frac{\partial Z'}{\partial z'}$$

ersetzen. Dann ergiebt sich unmittelbar:

$$Q = P'R,$$

wo R die lineare Function von x, y, z ist:

$$R = \frac{x}{X'}\frac{\partial X'}{\partial x'} + \frac{y}{Y'}\frac{\partial Y'}{\partial y'} + \frac{z}{Z'}\frac{\partial Z'}{\partial z'}.$$

Wir nehmen jetzt nicht nur x', y', z' auf der Linie $L = 0$ an, sondern beschränken auch den variabeln Punkt x, y, z auf diese Curve. Ist (x, y, z) der dem Punkte (x', y', z') unendlich nahe Punkt der Curve: $x' + dx'$, $y' + dy'$, $z' + dz'$, so ist, bis auf unendlich kleine Grössen höherer Ordnung, P' mit Δ', Q mit $2\Delta'$ identisch. Daraus folgt, dass R den Werth 2 erhält, wenn man (x, y, z) mit (x', y', z') zusammenfallen lässt. Nennen wir ferner R' denjenigen Ausdruck, der aus R durch Vertauschung der beiden Werthsysteme hervorgeht, so ist, wegen der alternirenden Eigenschaft von Q:

$$Q = P'R = -PR'.$$

Die Curven $L = 0$, $P = 0$ haben 18 Punkte gemeinsam, von denen einer (x', y', z') ist, während 14 auf die Doppelpunkte der Linie $L = 0$ fallen. Demnach bleiben drei Punkte übrig, in denen P, betrachtet als Function der durch die Gleichung $L = 0$ verbundenen Variabeln x, y, z, verschwindet. In diesen muss, wegen der Gleichung $P'R = -PR'$, die Grösse R verschwinden; denn die Linien $P = 0$, $P' = 0$ haben ausser (x', y', z') keinen gemeinsamen Punkt.

Wenn man also die Grössen x, y, z durch die Gleichung $L = 0$ verbindet, und unter (x', y', z') einen festen Punkt dieser Curve versteht, so verschwindet Q in allen sechs Punkten, wo $P' = 0$ ist und ausserdem in den drei von (x', y', z') und den Doppelpunkten verschiedenen, wo $P = 0$ ist.

Ausser diesen neun hat Q noch drei weitere Nullpunkte, die auf der Geraden $R = 0$ liegen.

Bildet man den Quotienten

$$\frac{1}{2}\frac{Q}{PP'} = \chi,$$

so hat man eine homogene Function der durch die Gleichung $L = 0$ verbundenen Variabeln x, y, z von der Dimension -2. Sie wird nur unendlich an der Stelle x', y', z' und den Doppelpunkten, überall von der ersten Ordnung; sie verschwindet in drei Punkten, die auf einer geraden Linie liegen.

§ 3.

Wir gehen dazu über, eine andere Function $\bar{Q}$ zu definiren, die ähnliche Eigenschaften hat wie Q. Die Variabeln wollen wir aber jetzt nicht mehr mit x, y, z, sondern mit ξ, η, ζ bezeichnen. Es seien A, B, C dieselben Functionen von ξ, η, ζ, die X, Y, Z von x, y, z waren. Demnach besteht auch die Identität $\xi A + \eta B + \zeta C = 0$.

Wir betrachten irgend zwei Curven der Schaar: $D = 0$, $D' = 0$. Ihre Hauptpunkte seien (x, y, z) und (x', y', z'), also:

$$D = xA + yB + zC, \quad D' = x'A + y'B + z'C.$$

Die beiden Curven haben ausser den sieben festen zwei Punkte gemeinsam, die conjugirte sind und die wir durch eine quadratische Gleichung, $\psi = 0$, bestimmen können. Wenn man einführt:

$$\lambda = yz' - zy', \quad \mu = zx' - xz', \quad \nu = xy' - yx',$$

so sieht man unmittelbar, dass in jedem der beiden conjugirten Punkte:

$$A : B : C = \lambda : \mu : \nu$$

ist. Es ist ferner klar, dass diese beiden Punkte auf der Verbindungsgeraden der Hauptpunkte liegen. Denn in jedem der beiden Punkte bestehen die drei Gleichungen:

$$D = 0, \ D' = 0, \ \xi A + \eta B + \zeta C = 0.$$

Wir beschränken deshalb den Punkt ξ, η, ζ auf diese Verbindungslinie; wir setzen:

$$\xi = xt' - x't, \ \eta = yt' - y't, \ \zeta = zt' - z't,$$

wo t, t' unbestimmte Grössen sind. Da alsdann, der Gleichung $\xi A + \eta B + \zeta C = 0$ zufolge, $Dt' = D't$ ist, so kann man setzen:

$$D = t\psi, \ D' = t'\psi,$$

wo ψ zunächst eine homogene quadratische Function von t und t' ist, deren Coefficienten von den gleichfalls willkürlichen Grössen x, y, z; x', y', z' abhängen.

Fasst man aber ψ auf als Function der beiden Werthsysteme x, y, z, t; x', y', z', t', so sieht man leicht: der ganze Ausdruck lässt sich so gestalten, dass in ihm nur die sechs Grössen $\lambda, \mu, \nu, \xi, \eta, \zeta$, die durch die Gleichung $\lambda\xi + \mu\eta + \nu\zeta = 0$ verbunden sind, vorkommen; und zwar wird ψ eine lineare Function von λ, μ, ν, deren Coefficienten quadratische von ξ, η, ζ sind. Am deutlichsten geht dies aus der Form

$$\begin{vmatrix} x & y & z \\ x' & y' & z' \\ p & q & r \end{vmatrix}$$

hervor, in der wir gleich zu Anfang die Function P dargestellt hatten; man braucht hier nur x, y, z durch ξ, η, ζ zu ersetzen.

Wenn ψ als quadratische Function von t, t' aufgefasst wird, so sind die Coefficienten nichts anderes als unsere Grössen P, P', Q. Da sich für $t = 0$, $t' = 1$ die Grössen A, B, C auf X, Y, Z und D' auf P reduciren, so ist $\psi = P$ für $t = 0$, $t' = 1$. Ebenso ist $\psi = -P'$ für $t' = 0$, $t = 1$. Endlich ist

$$t'\frac{\partial\psi}{\partial t} = -\left(x'\frac{\partial D'}{\partial\xi} + y'\frac{\partial D'}{\partial\eta} + z'\frac{\partial D'}{\partial\zeta}\right).$$

Für $t' = 1$, $t = 0$ erhält man daher:

$$\frac{\partial\psi}{\partial t} = -\left(x'\frac{\partial P}{\partial x} + y'\frac{\partial P}{\partial y} + z'\frac{\partial P}{\partial z}\right) = Q.$$

Somit ist:

$$\psi = Pt'^2 + Qtt' - P't^2.$$

Bilden wir die Discriminante der Form:

$$Q^2 + 4PP' = M.$$

Diese ist eine Function vierten Grades von x, y, z und auch von x', y', z'. Aber $M = 0$ ist die Bedingung dafür, dass die beiden Punkte, die den Gleichungen $A:B:C = \lambda:\mu:\nu$ genügen, in einen zusammenfallen. Daher kann M nur von λ, μ, ν abhängig sein; es ist eine ganze Function vierten Grades dieser Grössen mit constanten Coefficienten: $M(\lambda, \mu, \nu)$.

Wenn $M(\lambda, \mu, \nu) = 0$ ist, so bestehen in dem Punkte, wo die beiden conjugirten zusammenfallen, gleichzeitig die Gleichungen $M(A, B, C) = 0$ und $L(\xi, \eta, \zeta) = 0$. Demnach ist $M(X, Y, Z) = 0$ die Gleichung, die zwischen den Functionen X, Y, Z besteht, wenn die Variabeln durch die Gleichung $L(x, y, z) = 0$ verbunden sind.

Wir setzen jetzt für t irgend eine lineare Function von x, y, z mit constanten Coefficienten, und für t' dieselbe Function von x', y', z'. Dann werden ξ, η, ζ lineare alternirende Functionen von x, y, z einerseits und x', y', z' andrerseits, also lineare von λ, μ, ν. ψ geht demnach in eine specielle kubische Function der Grössen λ, μ, ν über, die ausserdem abhängt von den Coefficienten der Linearform t. Nennen wir sie $h(\lambda, \mu, \nu)$.

Verstehen wir für den Augenblick unter x', y', z' den zu (x, y, z) conjugirten Punkt. Dann ist $P = 0$ und $P' = 0$, also:

$$h(\lambda, \mu, \nu) = Qtt'.$$

Zugleich sind aber λ, μ, ν proportional X, Y, Z; wir erhalten daher:

$$h(X, Y, Z) = \Phi tt',$$

wo Φ einen Factor bedeutet, der von den Coefficienten der Linearform t unabhängig ist.

Der Ausdruck links ist eine Function neunten Grades von x, y, z. Diese muss durch t theilbar sein. Dies ergiebt sich deutlich, wenn man vier solche Gleichungen aufstellt, die zu verschiedenen Linearformen gehören, und aus ihnen x', y', z' eliminirt[1].

Nehmen wir jetzt an, dass der Punkt (x, y, z) der Bedingung $L(x, y, z) = 0$ genügt. Dann fallen die beiden conjugirten Punkte zusammen, man hat in diesem Falle:

$$h(X, Y, Z) = \phi t^2,$$

[1] Es ist dies der zuerst von Hrn. Geiser aufgestellte Satz, dass die Coordinaten des zu (x, y, z) conjugirten Punktes ganzen Function achten Grades von (x, y, z) proportional sind. (Geiser, Über zwei geometrische Probleme, Journ. f. Math. Bd. 67.)

wo ϕ wieder ein Factor ist, der von x, y, z abhängt, aber nicht von den Coefficienten der Linearform t. Es ist dies eine wichtige Function der durch die Gleichung $L = 0$ verbundenen Grössen x, y, z. Sie kann offenbar nicht unendlich werden, ist aber von der siebenten Dimension, und müsste demnach in 42 Punkten verschwinden. Daraus folgt, dass ϕ nur in den Doppelpunkten verschwindet. Denn dort wird $h(X, Y, Z)$ von der dritten Ordnung 0, und jeder der sieben Punkte ist doppelt zu zählen.

Nehmen wir jetzt in der Gleichung:

$$h(\lambda, \mu, \nu) = Pt'^2 + Qtt' - P't^2$$

beide Punkte, (x, y, z) und (x', y', z'), auf der Curve $L = 0$ an. Dann erhalten wir:

$$h(\lambda, \mu, \nu) = \frac{P}{\phi'} h(X', Y', Z') - \frac{P'}{\phi} h(X, Y, Z) + Qtt'.$$

Hier ist $h(\lambda, \mu, \nu)$ eine specielle Function dritten Grades, abhängig von den Coefficienten der Linearform t. Wir nehmen aber jetzt eine ganz beliebige kubische Function $H(\lambda, \mu, \nu)$ und setzen:

$$H(\lambda, \mu, \nu) = \frac{P}{\phi'} H(X', Y', Z') - \frac{P'}{\phi} H(X, Y, Z) + \overline{Q}.$$

Der Ausdruck $\overline{Q}$ ist alternirend und von der dritten Dimension in Bezug auf x, y, z. Er kann nicht unendlich werden, weil $H(X, Y, Z)$ in den Doppelpunkten von derselben Ordnung verschwindet wie ϕ.

Im speciellen Falle der oberen Formel ist H mit h, $\overline{Q}$ mit Qtt' identisch. Aber Q verschwindet in allen Punkten der Curve $L = 0$, wo $P' = 0$ ist, und auch, abgesehen von den Doppelpunkten, in denen, wo $P = 0$ ist. Es ist nun leicht zu sehen, dass die Function $\overline{Q}$ allgemein dieselben Eigenschaften hat.

Denn lassen wir x, y, z mit einem der drei von (x', y', z') und den Doppelpunkten verschiedenen Punkte zusammenfallen, wo P gleich 0 ist. Da dort zugleich $Q = 0$ ist, so haben wir in dem betrachteten Punkte:

$$h(\lambda, \mu, \nu) + \frac{P'}{\phi} h(X, Y, Z) = 0.$$

Nun folgt aber aus den Gleichungen

$$P = x'X + y'Y + z'Z = 0, \quad xX + yY + zZ = 0,$$

die dort bestehen, dass X, Y, Z proportional λ, μ, ν sind. Folglich ist auch, wenn H irgend eine andere kubische Function bedeutet, in dem betrachteten Punkte:

$$H(\lambda, \mu, \nu) + \frac{P'}{\phi} H(X, Y, Z) = 0.$$

Daraus folgt, dass dort $\overline{Q} = 0$ ist.

Ganz ebenso wird bewiesen, dass $\bar{Q}$ in denjenigen Punkten der Curve $L = 0$ verschwindet, wo $P' = 0$ ist. Bilden wir nun den Quotienten

$$\frac{\bar{Q}}{2PP'} = \bar{\chi}$$

und betrachten ihn als Function der Grössen x, y, z, die durch die Gleichung $L = 0$ verbunden sind, während auch $x'y'z'$ ein Punkt dieser Curve ist.

Auch dieser Quotient wird nur unendlich in den Doppelpunkten und der Stelle (x', y', z'), durchweg von der ersten Ordnung. Er unterscheidet sich von dem vorigen, χ, dadurch, dass er von der Dimension -1 ist, während χ von der -2ten Dimension war.

Setzen wir für (x, y, z) den dem Punkt (x', y', z') unendlich nahen Punkt der Curve: $(x'+dx', y'+dy', z'+dz')$. Dann sind λ, μ, ν unendlich kleine Grössen erster Ordnung, also $H(\lambda, \mu, \nu)$ von der dritten Ordnung unendlich klein. P' reducirt sich auf Δ', P auf $-\Delta'$; somit ist, abgesehen von unendlich kleinen Grössen höherer Ordnung:

$$\bar{Q} = \frac{2\Delta'}{\phi'} H(X', Y', Z').$$

§ 4.

Die zur Linearform t gehörige kubische Function $h(\lambda, \mu, \nu)$ zerfällt in Factoren, wenn man die Coefficienten von t in geeigneter Weise wählt. Nehmen wir an, dass t in einem der sieben festen Punkte, (a, b, c), verschwindet. Dann ist für $x = a$, $y = b$, $z = c$ sowohl $t = 0$, als auch $P = 0$, also auch $h(\lambda, \mu, \nu) = 0$. Das Werthsystem x', y', z' bleibt dabei willkürlich. Es verschwindet demnach $h(\lambda, \mu, \nu)$ für alle Werthsysteme λ, μ, ν, die der Bedingung $a\lambda + b\mu + c\nu = 0$ genügen. Das heisst: wenn t in dem festen Punkte (a, b, c) verschwindet, so hat $h(\lambda, \mu, \nu)$ den Factor $a\lambda + b\mu + c\nu$.

Greifen wir jetzt zwei der sieben festen Punkte heraus: (a_1, b_1, c_1) und (a_2, b_2, c_2), und setzen für t die in beiden verschwindende lineare Function

$$t_{12} = \begin{vmatrix} x & y & z \\ a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \end{vmatrix}.$$

Dann hat $h(\lambda, \mu, \nu)$ die beiden Factoren

$$a_1\lambda + b_1\mu + c_1\nu = w_1, \quad a_2\lambda + b_2\mu + c_2\nu = w_2,$$

und einen dritten, den wir mit w_{12} bezeichnen.

Sind ferner u_1, u_2, u_{12} dieselben linearen Functionen von X, Y, Z, und v_1, v_2, v_{12} dieselben von X', Y', Z', die w_1, w_2, w_{12} von λ, μ, ν sind, so geht die Gleichung $h(X, Y, Z) = \phi t^2$, welche gilt, wenn der Punkt (x, y, z) auf der Curve $L = 0$ liegt, bei der Anwendung auf den vorliegenden Fall über in

$$u_1 u_2 u_{12} = \phi t_{12}^2.$$

Nun ist aber $h(X, Y, Z)$, betrachtet als Function neunten Grades von x, y, z, durch t theilbar (auch wenn x, y, z unabhängige Grössen sind). Es muss daher die in den sieben festen Punkten verschwindende kubische Function u_{12} durch t_{12} theilbar sein. u_{12} zerfällt in zwei Factoren, einen linearen, der in den Punkten 1, 2, und einen quadratischen, der in den fünf übrigen festen Punkten verschwindet. Die Curve $u_{12} = 0$ zerfällt in eine Gerade und einen Kegelschnitt, und da die Schnittpunkte beider Linien Doppelpunkte der zerfallenden Curve $u_{12} = 0$ sind, so liegen auch sie auf der Linie $L = 0$.

Auch die Curve $u_1 = 0$ hat eine bestimmende geometrische Eigenschaft; sie ist diejenige durch die sieben festen Punkte hindurchgehende Curve dritter Ordnung, die im Punkte (1) einen Doppelpunkt besitzt. Denn da $u_1 = a_1 X + b_1 Y + c_1 Z$ ist, so ist der Werth von $\frac{\partial u_1}{\partial x}$ im Punkte (a_1, b_1, c_1) mit dem von

$$x \frac{\partial X}{\partial x} + y \frac{\partial Y}{\partial x} + z \frac{\partial Z}{\partial x}$$

identisch. Der hingeschriebene Ausdruck ist aber, der bilinearen Relation zufolge, gleich $-X$, und X verschwindet im Punkte (a_1, b_1, c_1). Folglich ist für $x = a_1$, $y = b_1$, $z = c_1$ nicht nur $u_1 = 0$, sondern auch $\frac{\partial u_1}{\partial x} = 0$, $\frac{\partial u_1}{\partial y} = 0$, $\frac{\partial u_1}{\partial z} = 0$.

Fasst man aber x, y, z auf als Punkt der Curve $L = 0$, so wird u_1, wenn man sich dem Doppelpunkte (1) nähert, auf einem der beiden Zweige, die sich dort schneiden, nicht nur von der zweiten, sondern sogar von der dritten Ordnung 0. Denn es werden im Punkte (1) ϕ von der dritten, t_{12}^2 von der zweiten, u_2 und u_{12} aber nur von der ersten Ordnung 0.

Damit sind in bezug auf die Curve $L = 0$ die Ausdrücke u_1, $u_2 \ldots u_7$ charakterisirt. Sie verschwinden nur in den Doppelpunkten, aber in je einem von der dritten Ordnung. Es folgt daraus weiter, dass das Product von $u_1, u_2 \ldots u_7$ an denselben Stellen und von derselben Ordnung verschwindet wie ϕ^3. Beide Ausdrücke sind auch von der-

selben Dimension. Folglich ist ϕ^3, bis auf einen constanten Factor, mit dem Product der sieben Grössen u_α identisch[1].

In dem für $\overline{Q}$ aufgestellten Ausdruck konnte $H(\lambda, \mu, \nu)$ eine beliebige kubische Function von λ, μ, ν sein. Wir specialisiren ihn jetzt, indem wir

$$H(\lambda, \mu, \nu) = w_1 w_2 w_3$$

und dementsprechend

$$H(X, Y, Z) = u_1 u_2 u_3, \quad H(X', Y', Z') = v_1 v_2 v_3$$

setzen. Wir bezeichnen in diesem Falle Q durch Q_{123}. Jeder Combination von dreien der sieben Doppelpunkte entspricht eine solche Function.

Q_{123} hat die besondere Eigenschaft, in den Doppelpunkten (1), (2), (3) zu verschwinden. Denn in jedem dieser drei Punkte wird einer der drei Factoren w_1, w_2, w_3 gleich 0, also $H(\lambda, \mu, \nu) = 0$. Ferner ist dort: $P = 0$. Endlich verschwindet in diesen drei Punkten $H(X, Y, Z) = u_1 u_2 u_3$ von der fünften, die im Nenner auftretende Grösse ϕ nur von der dritten Ordnung. Der Quotient

$$\frac{1}{2} \frac{Q_{123}}{PP'} = \chi_{123}$$

wird demnach nicht in allen Doppelpunkten unendlich, sondern nur in den von (1), (2), (3) verschiedenen.

§ 5.

Denken wir uns die Variabeln x, y, z, die durch die Gleichung $L = 0$ verbunden sind, als Functionen einer Grösse τ, die in einem der sieben Doppelpunkte, bei der Annäherung auf einem der beiden

[1] Man hat somit für den Factor ϕ erstens die rationale Darstellung:

$$\phi = \frac{h(X, Y, Z)}{t^2},$$

bei der Zähler und Nenner durch die lineare Function t theilbar sind; zweitens die irrationale:

$$\phi = \text{Const.} \sqrt[3]{\Pi(u_\alpha)}.$$

Cayley gab in einem Briefe an mich (von 1881) die dritte Darstellung:

$$\phi = \text{Const.} \left(p \frac{\partial L}{\partial x} + q \frac{\partial L}{\partial y} + r \frac{\partial L}{\partial z}\right),$$

durch welche ϕ direct als rationale ganze Function siebenten Grades von x, y, z ausgedrückt wird. Cayley knüpfte hieran die nicht ganz leicht zu lösende Aufgabe, die letzte Formel direct durch Rechnung zu verificiren und damit auch den constanten Factor zu bestimmen.

Zweige, von der ersten Ordnung verschwindet. Es seien a, b, c die Werthe von x, y, z für $\tau = 0$, also die Coordinaten des Doppelpunktes. Nach dem, was wir bewiesen haben, verschwindet $aX + bY + cZ$ für $\tau = 0$ von der dritten Ordnung; es verschwindet also für $\tau = 0$ auch der zweite Differentialquotient des Ausdrucks. Daher ist für $\tau = 0$:

$$x \frac{d^2X}{d\tau^2} + y \frac{d^2Y}{d\tau^2} + z \frac{d^2Z}{d\tau^2} = 0.$$

Wir schreiben dafür kurz:

$$\sum x \frac{d^2X}{d\tau^2} = 0 \text{ für } \tau = 0.$$

Der bilinearen Relation zufolge ist:

$$\sum x \frac{d^2X}{d\tau^2} + 2\sum \frac{dx}{d\tau}\frac{dX}{d\tau} + \sum X \frac{d^2x}{d\tau^2} = 0.$$

Da hier der erste und letzte Term auf der linken Seite gleich 0 ist für $\tau = 0$, so ist auch

$$\frac{d}{d\tau}\left(\sum X \frac{dx}{d\tau}\right) = 0 \text{ für } \tau = 0.$$

Folglich verschwindet $\sum X \frac{dx}{d\tau}$ für $\tau = 0$ von der zweiten Ordnung. Wir können daher sagen, dass der Differentialausdruck

$$Xdx + Ydy + Zdz = \Delta$$

in allen Doppelpunkten von der zweiten Ordnung verschwindet. Er ist in Bezug auf x, y, z von der Dimension 4. Wenn wir jetzt unter U eine ganz beliebige lineare Function von X, Y, Z verstehen, oder, was dasselbe ist, eine beliebige in den sieben festen Punkten verschwindende kubische von (x, y, z), so ist $U\Delta$ von der Dimension 7, ebenso wie ϕ; ausserdem verschwindet ϕ in den Doppelpunkten von der dritten Ordnung und $U\Delta$ ebenfalls. Es ist daher

$$\frac{U\Delta}{\phi}$$

das Differential eines Integrals erster Gattung.

Das aufgestellte Differential verschwindet in vier Punkten, nämlich den von den Doppelpunkten verschiedenen, in denen U verschwindet. Nehmen wir speciell $U = u_1$, oder $U = u_{12}$, so fallen die vier Nullpunkte des Differentials paarweise zusammen. Sie fallen zusammen entweder mit dem Doppelpunkte (1), der doppelt zählt, oder mit den

zwei Punkten, in denen die durch (1), (2) hindurchgehende Gerade den Kegelschnitt trifft, der durch die fünf anderen Punkte gelegt ist.

Wir haben demnach die Differentiale erster Gattung mit zusammenfallenden Nullpunkten:

$$\frac{u_1\Delta}{\phi}, \quad \frac{u_{12}\Delta}{\phi}.$$

Dem letzteren können wir, da $u_1 u_2 u_{12} = \phi t_{12}^2$ ist, die Form geben:

$$\begin{vmatrix} x & y & z \\ a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \end{vmatrix}^2 \frac{\Delta}{u_1 u_2}.$$

Wir bilden ferner, indem wir auf den Ausdruck

$$\chi = \frac{1}{2}\frac{Q}{PP'}$$

zurückgehen, das Differential $\chi^2\Delta$. Auch dies ist von der Dimension 0; χ ist von der -2ten, Δ von der vierten Dimension. Es wird nur singulär im Punkt (x', y', z'): denn in den Doppelpunkten, wo χ von der ersten Ordnung unendlich wird, verschwindet Δ von der zweiten Ordnung. Es wird ferner an drei Stellen von der zweiten Ordnung 0. Es sind dies diejenigen Schnittpunkte der Geraden $R = 0$ mit der Curve $L = 0$, die nicht auf der Curve $P = 0$ liegen.

Nehmen wir wieder eine Grösse τ an — irgend eine rationale Function der Verhältnisse von x, y, z — und bezeichnen mit τ' dieselbe Function von $x'\, y'\, z'$. Wir können uns dann x, y, z in der Nähe des Punktes x', y', z' als Potenzreihen von $\tau - \tau'$ gegeben denken. Setzen wir dementsprechend $\Delta = f(\tau)d\tau$, so ist $(\tau - \tau')f(\tau')$ das Anfangsglied in den Entwickelungen von P', $\frac{1}{2}Q$ und $-P$. Daher wird χ^2 für $\tau = \tau'$ unendlich wie

$$\frac{1}{(\tau-\tau')^2 f^2(\tau')},$$

und

$$\chi^2 f(\tau) f(\tau') \text{ wie } \frac{1}{(\tau-\tau')^2}.$$

Da beide Ausdrücke symmetrisch sind, so kann die Differenz für $\tau = \tau'$ auch nicht von der ersten Ordnung unendlich werden. Wir können daher sagen: das symmetrische Doppeldifferential

$$\chi^2 \Delta\Delta'$$

wird nur singulär, wenn die beiden Punkte zusammenfallen, und es verhält sich, wenn die Punkte einander nahe liegen, wie

$$\frac{d\tau d\tau'}{(\tau-\tau')^2}.$$

Endlich bilden wir

$$\chi_{123}^2 \frac{\phi\Delta}{u_1 u_2 u_3}.$$

Auch dieses Differential ist von der Dimension 0; denn χ_{123} hat die Dimension -1, $\phi\Delta$ die Dimension 11, der Nenner die Dimension 9. In den Doppelpunkten (1), (2), (3) wird χ_{123} nicht unendlich, und der Nenner $u_1 u_2 u_3$ verschwindet von derselben Ordnung wie $\phi\Delta$. In den vier anderen Doppelpunkten wird χ_{123}^2 von der zweiten Ordnung unendlich, aber $\phi\Delta$ verschwindet dort von der fünften, $u_1 u_2 u_3$ von der dritten Ordnung. Wir haben demnach hier ein Differential, genau von derselben Beschaffenheit wie das vorige, $\chi^2\Delta$; es wird nur singulär, und zwar von der zweiten Ordnung, im Punkte (x', y', z'); es verschwindet, ebenfalls von der zweiten Ordnung, an drei Stellen.

Denken wir uns wie vorhin x, y, z als Potenzreihen von $\tau-\tau'$. Die Entwicklung von Q_{123} fängt an mit:

$$2\frac{H(x', y', z')}{\phi'} f(\tau')(\tau-\tau');$$

es ist hier $H(x', y', z') = v_1 v_2 v_3$. Die Entwicklungen von P' und von $-P$ fangen an mit $f(\tau')(\tau-\tau')$; also die von

$$\chi_{123} = \frac{1}{2}\frac{Q_{123}}{PP'} \text{ mit } \frac{-v_1 v_2 v_3}{\phi' f(\tau')(\tau-\tau')}.$$

Hieraus folgt, dass die symmetrische Function

$$\frac{\chi_{123}^2 \phi\phi' f(\tau) f(\tau')}{u_1 u_2 u_3 v_1 v_2 v_3}$$

für $\tau = \tau'$ unendlich wird wie

$$\frac{1}{(\tau-\tau')^2};$$

die Differenz beider Ausdrücke erhält einen endlichen Werth, wenn die beiden Punkte zusammenfallen. Wir können demnach wieder sagen: es verhält sich

$$\frac{\chi_{123}^2 \Delta\Delta'}{u_1 u_2 u_3 v_1 v_2 v_3} \text{ wie } \frac{d\tau d\tau'}{(\tau-\tau')^2}.$$

Die Quotienten der 36 aufgestellten Doppel-Differentiale

$$\chi^2\Delta\Delta' \text{ und } \frac{\chi^2_{\alpha\beta\gamma}\Delta\Delta'}{u_\alpha u_\beta u_\gamma v_\alpha v_\beta v_\gamma} \qquad (\alpha, \beta, \gamma = 1, 2 \ldots 7, \; \alpha \lesseqgtr \beta \lesseqgtr \gamma)$$

nehmen also den Werth I an, wenn man (x, y, z) mit (x', y', z') zusammenfallen lässt.

§ 6.

Hiermit sind die Grundlinien gezogen für eine Theorie der Abel-schen Functionen vom Geschlechte 3. Sie operirt mit den algebraischen Vorstellungen Riemann's, muss aber schon deshalb eine geometrische genannt werden, weil zu ihr die Gedanken der Geometer Aronhold und Geiser gehören. Es ist nicht nur das für die Theorie wichtige Doppel-Differential $\chi^2\Delta\Delta'$ gegeben, sondern es ist auch die Einführung des Systems der 64 Theta vorbereitet und geometrisch motivirt. Es sind im Ganzen 64 Differentiale mit zusammenfallenden Nullpunkten aufgestellt; 28 einfache von der ersten, 36 doppelte von der zweiten Gattung. Die letzteren hängen symmetrisch von den beiden Punkten (x, y, z) und (x', y', z') ab und werden singulär wie

$$\frac{d\tau\, d\tau'}{(\tau - \tau')^2},$$

wenn die beiden Punkte zusammenfallen.

Indem wir die 28 einfachen Differentiale, die nur von (x, y, z) abhängen, mit den entsprechenden für den Punkt (x', y', z') gebildeten multipliciren, erhalten wir im Ganzen 64 symmetrische Doppeldifferentiale. Ihnen sind nach den Riemann'schen Sätzen, bis auf constante Faktoren, diejenigen Functionen von (x, y, z), (x', y', z') proportional, in welche die Quadrate der 64 Theta übergehen, wenn man jede der drei Variabeln ersetzt durch das entsprechende Integral, erstreckt von dem einen bis zum anderen Punkte.

Wir wollen sie zusammenstellen, indem wir dabei die Faktoren Δ, Δ' fortlassen. Es sind nur vier Hauptausdrücke, aus denen alle übrigen durch Vertauschung der Grundpunkte hervorgehen:

$$\frac{u_1 v_1}{\phi\phi'}; \quad \frac{\chi^2_{12}}{u_1 u_2 v_1 v_2}; \quad \chi^2; \quad \frac{\chi^2_{123}\phi\phi'}{u_1 u_2 u_3 v_1 v_2 v_3}.$$

Hierbei ist:

$$2\chi = \frac{Q}{PP'}; \quad \chi_{12} = \begin{vmatrix} x & y & z \\ a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} x' & y' & z' \\ a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \end{vmatrix};$$

$$2\chi_{123} = \frac{w_1 w_2 w_3}{PP'} + \frac{u_1 u_2 u_3}{P\phi} - \frac{v_1 v_2 v_3}{P'\phi'}.$$

Sie sind schon in früheren Arbeiten von mir aufgestellt worden (Abriss einer Theorie der ABEL'schen Functionen von 3 Variabeln, Leipzig, Teubner 1880; Sitzungsber. 1903, S. 978 und S. 1022; Sitzungsber. 1904, S. 486), aber auf ganz anderem Wege. In den angeführten Arbeiten handelte es sich darum, die Theorie der ABEL'schen Functionen im Falle $p = 3$ aus der blossen Definition der Theta zu entwickeln — also um dieselbe Aufgabe, die JACOBI für $p = 1$, GÖPEL für $p = 2$ durchgeführt hatte. Entgegen zu stehen scheint meinem Unternehmen eine — erst später bekannt gewordene — Äusserung RIEMANN's, die in seinen »Vorlesungen über die allgemeine Theorie der Integrale algebraischer Differentialen« (Nachlass, S. 4) enthalten ist. Nachdem RIEMANN die Untersuchungen von JACOBI und GÖPEL erwähnt, fährt er fort: »Für $p = 3$ würde das Verfahren ohne Hinzunahme algebraischer Principien nicht zum Ziele führen.« Ich behaupte, dass die Lösung des GÖPEL-schen Problems für $p = 3$ in meinen Arbeiten enthalten ist, und zwar die Lösung im strengen Sinne der RIEMANN'schen Forderung. Denn wenn auch gelegentlich in meinem Buche von den »Nullstellen einer algebraischen Function« die Rede ist, so hat das mit der eigentlichen Rechnung, die ich durchführe, nichts zu thun. — Über ungelöste Probleme lässt sich überhaupt schwer etwas voraus sagen. Die Lösung erfolgt in der Regel dadurch, dass ein neuer Gedanke hinzutritt. Der neue Gedanke ist hier der, dass die Theorie der ABEL'schen Functionen vom Geschlechte 3 nothwendig eine geometrische sein muss. Daran hatte vorher, vielleicht mit Ausnahme von CAYLEY, Niemand gedacht.

Ausgegeben am 24. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1910.
XI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

24. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Schmidt las über »Die Ruine als dichterisches Motiv« mit besonderer Rücksicht auf verschiedene Auffassungen in der deutschen Poesie bis zu Goethe und zur Romantik.

Elegische, spukhafte, vaterländische, pittoreske Stimmungen und Aufnahmen wurden unterschieden, sentimentale Neigung und kühle Abkehr verfolgt, die Malerei nur gestreift.

2. Hr. Frobenius legte eine Mittheilung vor: Über den Fermatschen Satz. II.

Elementarer Beweis des von Hrn. Mirimanoff gefundenen Resultates.

3. Vorgelegt wurde das von dem correspondirenden Mitglied Hrn. Justi in Bonn eingesandte Werk: Michelangelo. Neue Beiträge zur Erklärung seiner Werke. Berlin 1909.

Seine Majestät der Kaiser und König haben durch Allerhöchsten Erlass vom 31. Januar die Wahl des Fürsten Bernhard von Bülow zum Ehrenmitglied der Akademie zu bestätigen geruht.

Über den Fermatschen Satz. II.

Von G. Frobenius.

Wenn es für eine ungerade Primzahl p drei durch p nicht teilbare Zahlen gibt, die der Gleichung

$$a^p + b^p + c^p = 0$$

genügen, so muß p, wie Hr. Wieferich gefunden hat, die Bedingung

$$2^{p-1} \equiv 1 \pmod{p^2}$$

erfüllen. Ist dann $2^r - 1$ durch p teilbar und r ein Divisor von $p - 1 = rs$, so ist $2^r - 1$ durch p^2 teilbar, weil

$$\frac{2^{p-1}-1}{2^r-1} = 1 + 2^r + 2^{2r} + \cdots + 2^{r(s-1)} \equiv s$$

den Faktor p nicht enthält, und dasselbe gilt für $2^r + 1$.

Durch eine höchst geistvolle Analyse ist es Hrn. Mirimanoff (*Comptes Rendus* 1910) gelungen, die wahre Quelle jener Beziehung zu entdecken, und daraus weitere Relationen herzuleiten, deren bemerkenswerteste die Bedingung

$$3^{p-1} \equiv 1 \pmod{p^2}$$

ist. Da er aber beim Beweise Einheitswurzeln und unendliche Reihen anwendet, so habe ich versucht, seine Resultate auf rationalem Wege abzuleiten, nur mit Benutzung der elementarsten Sätze der Algebra und Zahlentheorie, und dazu bin ich mit Hilfe der Rekursionsformel gelangt, wodurch die Bernoullischen Zahlen definiert werden. Andere Eigenschaften dieser Zahlen setze ich nicht voraus, auch nicht den Satz von Staudt. Auch die Ergebnisse der Arbeit des Hrn. Mirimanoff im 128. Bande des Crelleschen Journals werde ich (§ 3), soweit ich sie brauche, aufs neue ableiten.

§ 1.

Um mit den Bernoullischen Zahlen bequem rechnen zu können, bezeichne ich sie nach Lucas als symbolische Potenzen

$$b^0 = 1, \qquad b^1 = -\frac{1}{2}, \qquad b^{2n} = (-1)^{n-1} B_n, \qquad b^{2n+1} = 0.$$

Dann genügen sie der Rekursionsformel $(b+1)^n - b^n = 0$, mittels deren nb^{n-1} durch $b^{n-2}, \cdots b^0$ ausgedrückt wird. Daher ist der Nenner von b^{n-1} ein Divisor von $n!$. Für $n = 1$ ist aber jene Formel durch $(b+1) - b = 1$ zu ersetzen. Fügt man mehrere solcher Relationen, mit Konstanten multipliziert, zusammen, so erhält man die allgemein gültige Formel

$$(1.) \qquad f(b+1) - f(b) = f'(0),$$

worin $f(x)$ irgendeine ganze Funktion von x bedeutet.

Bewegt sich r von 0 bis $p-1$, so ist

$$(2.) \qquad F(x, y) = \sum \binom{y}{r} (x-1)^r$$

eine ganze Funktion der beiden *Unbestimmten* x und y, die in bezug auf jede vom $(p-1)$ten Grade ist. Entwickelt man sie nach Potenzen von y, so ist das Anfangsglied $(r = 0)$ gleich 1. Ist n eine der Zahlen von 1 bis $p-1$, so ist der Koeffizient von y in $\binom{y}{n} = \frac{y(y-1)\cdots(y-n+1)}{1.\,2.\cdots n}$ gleich $\frac{(-1)^{n-1}}{n}$. Daher ist

$$(3.) \qquad -F'_y(x, 0) = f(x) = \sum \frac{(1-x)^n}{n}.$$

Allgemein ist für $s = 0, 1, \cdots p-1$ (aber nicht für $s \geqq p$)

$$F(x, s) = x^s \qquad (s < p).$$

Die Funktion $(p-1)$ten Grades $F(0, y)$ hat demnach für $y = 0$ den Wert 1, für $y = 1, 2, \cdots p-1$ den Wert 0, und ist mithin

$$(4.) \qquad F(0, y) = \frac{(y-1)\cdots(y-p+1)}{1.\,2.\cdots p-1} = \binom{y-1}{p-1}.$$

Ist m eine positive ganze Zahl, so ist

$$F(x, s)x^m = x^{s+m} = \sum_t \binom{s+m}{t} (x-1)^t$$
$$= \sum_r \binom{s+m}{r} (x-1)^r + (x-1)^p H_s(x),$$

wo sich r von 0 bis $p-1$ bewegt und

$$(5.) \qquad H_s(x) = \sum_k \binom{s+m}{p+k} (x-1)^k$$

ist. Nun sei $G(x, y)$ die ganze Funktion $(p-1)$ten Grades der *Variabeln* y, die für $y = s$ $(= 0, 1, \cdots p-1)$ gleich $H_s(x)$ ist. Dann stimmen die beiden ganzen Funktionen $(p-1)$ten Grades von y

$$F(x, y)x^m = \sum \binom{y+m}{r} (x-1)^r + (x-1)^p G(x, y)$$

für die p Werte $y = s$, also identisch überein. Demnach ist

$$(6.)\quad F(x, y)(x^m - 1) = F(x, y+m) - F(x, y) + (x-1)^p G(x, y).$$

In dieser Gleichung ersetze ich die Potenzen von y durch die symbolischen Potenzen von mb. Dann geht sie über in

$$F(x. mb)(x^m - 1) = F(x, m(b+1)) - F(x, mb) + (x-1)^p G(x, mb).$$

Nach (1) und (3) ist aber

$$F(x, m(b+1)) - F(x, mb) = mF'_y(x, 0) = -mf(x),$$

und mithin

$$F(x, mb)(x^m - 1) + mf(x) = (x-1)^p G(x, mb),$$

demnach für $x = 0$

$$(7.)\quad F(0, mb) - mpq = G(0, mb).$$

Hier ist

$$f(0) = \sum \frac{1}{n} = pq,$$

folglich q *ganz* (*mod. p*). So nenne ich einen Bruch, in dessen Nenner p nicht vorkommt. Setzt man also

$$(8.)\quad F(x, mb) - (F(0, mb) - mpq)(x-1)^{p-1} = mF(x) = mF_m(x)$$

und

$$(9.)\quad G(x, mb) - G(0, mb)\frac{x^m - 1}{x - 1} = mxG(x) = mxG_m(x),$$

so ergibt sich die Gleichung

$$(10.)\quad F(x)(x^m - 1) + f(x) = (x-1)^p xG(x),$$

auf der die folgende Entwicklung beruht.

Von den hier benutzten Bernoullischen Zahlen enthält nur b^{p-1} die Primzahl p im Nenner. Diese Zahl kommt aber in $mF(x)$ nicht vor, weil nach (4) der Koeffizient von $(x-1)^{p-1}$ bis auf mpq gleich

$$\binom{mb}{p-1} - \binom{mb-1}{p-1} = \binom{mb-1}{p-2} \equiv (mb)^{p-1} - (mb+1)^{p-1}$$

ist, das letztere, was hier nicht weiter gebraucht wird, auf Grund der Kongruenz

$$(y-1)\cdots(y-p+2) \equiv (y-1)\cdots(y-p+1) - y(y-1)\cdots(y-p+2) \equiv (y^{p-1} - 1) - ((y+1)^{p-1} - 1).$$

Da die ganze Funktion $(m-2)$ten Grades $G(x)$ gefunden wird, indem man die linke Seite der Gleichung (10) durch $x(x-1)^p$ dividiert, so hat auch diese Funktion (mod. p) ganze Koeffizienten. Für $m = 1$ ist

$$G_1 = 0\,, \qquad F_1(x) = \frac{f(x)}{1-x}\,.$$

§ 2.

Nach (4), § 1 ist

$$(p-1)!\,F(0\,,y) = (y-1)\cdots(y-p+1) = y^{p-1}-1+p\psi(y)\,,$$

wo $\psi(y)$ eine ganze, ganzzahlige Funktion von y ist, deren Grad nur $p-2$ ist. Daher ist

$$(p-1)!\,F(0\,,mb) = (mb)^{p-1}-1+p\psi(mb)\,,$$

also da $\psi(mb)$ ganz (mod. p) ist,

$$(1.) \qquad (p-1)!\,F(0\,,mb) \equiv m^{p-1}b^{p-1}-1\,.$$

Eine solche Kongruenz nach dem Modul p bedeutet, daß die Differenz der beiden Ausdrücke ein Bruch ist, worin der Zähler durch p teilbar ist, der Nenner aber nicht. Wenn also in einzelnen Gliedern p im Nenner vorkommt, so müssen sich diese auf beiden Seiten aufheben. Bei der Benutzung solcher Kongruenzen muß man aber besonders vorsichtig sein und darf z. B. oben nicht m^{p-1} durch 1 oder $(p-1)!$ durch -1 ersetzen.

Die Funktion $G(x,y)$ ist für $y = s$ gleich der Summe (5), § 1. Sie ist also der Rest $(p-1)$ten Grades, der bleibt, wenn man die Funktion $(p+m-1)$ten Grades

$$\sum_k \binom{y+m}{p+k}(x-1)^k$$

von y durch die Funktion $p$ten Grades

$$(2.) \qquad g(y) = y(y-1)\cdots(y-p+1)$$

oder durch $\binom{y}{p}$ dividiert. Daher ist $G(1\,,y)$ der Rest, den man bei der Division der Funktion $p$ten Grades $\binom{y+m}{p}$ durch $\binom{y}{p}$ erhält, also gleich

$$G(1\,,y) = \binom{y+m}{p} - \binom{y}{p}\,.$$

Nach (1), § 1 ist daher

$$G(1\,,mb) = \frac{m}{p}\,.$$

Ferner ist nach (7), § 1, und (1)

$$(p-1)!\,G(0\,,mb) \equiv m^{p-1}b^{p-1}-1$$

und mithin nach (9), § 1

$$(p-1!\,G(1) \equiv \frac{(p-1)!}{p} - m^{p-1}b^{p-1}+1\,.$$

Für $m=1$ verschwindet G identisch. Daher ist (LERCH, Math. Ann. Bd. 60, S. 488)

(3.) $$b^{p-1} \equiv \frac{(p-1)!}{p}+1\,.$$

also, falls m nicht durch p teilbar ist,

(4.) $$F(0\,,mb) \equiv G(0\,,mb) \equiv \frac{m^{p-1}}{p}$$

und folglich nach (9), § 1

(5.) $$G_m(1) \equiv \frac{1-m^{p-1}}{p}\,.$$

Demnach ist

(6.) $$G_2 \equiv \frac{1-2^{p-1}}{p}\,.$$

§ 3.

Ist, wenn sich n von 1 bis $p-1$ bewegt,

(1.) $$(p-1)!\,F(x\,,y)+(x-1)^{p-1} = \sum f_{p-s}(x)\,y^s\,,$$

so ist $f_n(x)$ eine ganze, ganzzahlige Funktion $(p-1)$ten Grades von x,

(2.) $$f_1(x) = (x-1)^{p-1}\,,\qquad f_p(x) = (x-1)^{p-1}+(p-1)!$$

und nach (3), § 1

(3.) $$f_{p-1}(x) = -(p-1)!\,f(x)\,.$$

Setzt man in der Formel von LAGRANGE

$$F(x\,,y) = g(y)\sum \frac{F(x\,,s)}{g'(s)}\,\frac{1}{y-s}$$

ein

$$F(x\,,s) = x^s\,,\qquad g(y) \equiv y^p-y\,,\qquad g'(y) \equiv -1\,,$$

und trennt man das erste Glied von den $p-1$ andern, so erhält man

$$-F(x\,,y) \equiv y^{p-1}-1+y\sum_n \frac{y^{p-1}-n^{p-1}}{y-n}\,x^n.$$

Folglich ist nach (1)

(4.) $$f_s(x) \equiv \sum_n n^{s-1}x^n$$

und besonders

$$(5.)\quad f_{p-1}(x) \equiv f(x) = \sum \frac{(1-x)^n}{n} \equiv \sum \frac{x^n}{n} = f(1-x) \equiv \frac{x^p - 1 - (x-1)^p}{p}.$$

Ferner ist

$$f_1(x) \equiv \sum x^r = \frac{x^p - 1}{x-1},$$

und wenn man sich des Zeichens der logarithmischen Ableitung bedient,

$$f_s(x) \equiv D^{s-1}_{l(x)} \frac{x^p-1}{x-1} \equiv (x^p - 1) D^{s-1}_{l(x)} \frac{1}{x-1} \equiv (x-1)^p D^{s-1}_{l(x)} \frac{1}{x-1},$$

weil die Ableitungen von $x^p - 1$ kongruent 0 sind.

Setzt man

$$D^{s-1}_{l(x)} \frac{1}{x-1} = \frac{g_s(x)}{(x-1)^s},$$

so ist demnach

$$f_s(x) \equiv (x-1)^{p-s} g_s(x).$$

Nun ist

$$\frac{g_s(e^u)}{(e^u-1)^s} = D^{s-1}_u \frac{1}{e^u - 1} = D^{s-1}_u \frac{1}{e^{u+v}-1} = D^{s-1}_v \frac{1}{e^{u+v}-1}$$

für $v = 0$ und mithin

$$(6.)\quad \frac{g_s(x)}{(x-1)^s} = D^{s-1}_v \left(\frac{1}{xe^v - 1} + 1 \right) = D^s_v l(xe^v - 1)$$

für $v = 0$.

Nach (4) ist, falls $s > 1$ ist,

$$(7.)\quad f_s(x) \equiv (-1)^{s-1} x^p f_s\left(\frac{1}{x}\right), \qquad f(x) \equiv -x^p f\left(\frac{1}{x}\right).$$

Nun ist nach (8), § 1

$$(8.)\quad m\left(\frac{1}{2} f(x) - F_m(x)\right) = f_p(x) + m^2 b^2 f_{p-2}(x) + m^4 b^4 f_{p-4}(x) + \cdots + m^{p-3} b^{p-3} f_3(x),$$

also

$$(9.)\quad F(x) \equiv x^p F\left(\frac{1}{x}\right) + f(x)$$

und mithin nach (10), § 1

$$(10.)\quad G(x) \equiv x^{m-2} G\left(\frac{1}{x}\right).$$

Demnach ist $G_3(-1) \equiv 0$ und nach (5), § 2

$$(11.)\quad G_3(x) \equiv \frac{1-3^{p-1}}{2p}(x+1), \qquad G_4(x) \equiv \frac{1-2^{p-1}}{4p}(x^2 + 6x + 1).$$

Für $m = 1$ lautet die Gleichung (8)

$$(12.)\qquad \frac{1}{2}\,\frac{x+1}{x-1}f(x) = f_p(x) + b^2 f_{p-2}(x) + \cdots + b^{p-3} f_3(x).$$

§ 4.

Wenn die Gleichung

$$a^p + b^p + c^p = 0$$

durch drei Zahlen erfüllt wird, die nicht durch p teilbar sind, so genügen, wie Kummer gezeigt hat, die 6 Zahlen

$$(1.)\qquad -\frac{a}{b},\quad -\frac{c}{b},\quad -\frac{a}{c},\quad -\frac{b}{a},\quad -\frac{b}{c},\quad -\frac{c}{a}$$

den Kongruenzen

$$g_{p-1}(x) \equiv 0\,,\quad B_n g_{p-2n}(x) \equiv 0\,,\qquad (n = 1, 2, \ldots \tfrac{1}{2}(p-3))$$

wo $g_s(x)$ die durch (6), § 3 definierte ganze Funktion $(s-1)$ten Grades ist, oder

$$(2.)\qquad b^s f_{p-s}(x) \equiv 0 \qquad (s = 0, 1, \ldots p-2).$$

Ist x eine dieser 6 Zahlen, so sind sie, da $a+b+c \equiv 0$ ist, kongruent

$$x,\quad 1-x,\quad \frac{x}{x-1},\quad \frac{1}{x},\quad \frac{1}{1-x},\quad \frac{x-1}{x}.$$

Keine von ihnen ist kongruent 0 oder 1. Sind sie nicht alle verschieden, so sind sie entweder paarweise kongruent $-1, 2, \frac{1}{2}$, oder, falls $p = 6n+1$ ist, zu je dreien den Wurzeln der Kongruenz $x^2 - x + 1 \equiv 0$.

Jene 6 Zahlen, von denen mindestens 2 verschieden sind, genügen nach (5) und (8), § 3 den Kongruenzen $F(x) \equiv 0$ und $f(x) \equiv 0$, also nach (10), § 1 auch der Kongruenz $(m-2)$ten Grades $G(x) \equiv 0$. Für $m = 2$ und 3 verschwindet daher G identisch, und folglich ist nach (5), § 2

$$(3.)\qquad 2^{p-1} \equiv 1 \text{ und } 3^{p-1} \equiv 1 \pmod{p^2}.$$

Ist also $m = 2^\alpha 3^\beta$, so ist auch $m^{p-1} \equiv 1 \pmod{p^2}$, und mithin ist $G_m(x)$ nach (5), § 2 für diese Werte von m durch $x-1$ teilbar.

Für jedes m ist, da nach (5), § 3

$$f(-1) \equiv \frac{2^p - 2}{p} \equiv 0$$

ist, nach (9), § 3 auch $F(-1) \equiv 0$ und folglich auch $G(-1) \equiv 0$. Da $xf'(x) \equiv f_p(x)$ ist, so ist $f(x) \pmod{p}$ durch $(x+1)^2$ teilbar (aber nicht durch $(x+1)^3$) und demnach wegen der Gleichung

(4.) $$(x^m-1)F_m(x)+f(x) = (x-1)^p x\, G_m(x)$$

auch $G_{2n}(x)$. Dies kann man auch erkennen, indem man die Kongruenz (10), § 3 differenziert und dann $x = -1$ setzt. Nach CAUCHY ist die Funktion

$$\frac{x^p-1-(x-1)^p}{p} \equiv f(x)$$

durch x^2-x+1 teilbar, also auch $G_{6n}(x)$. Weil $G_3 \equiv 0$ ist, so ist $f(x) \equiv -(x^3-1)F_3(x)$ durch x^2+x+1 teilbar, mithin auch $G_{3n}(x)$. Die Funktion $G_4(x)$ verschwindet für $x = 1, -1, -1$, also identisch. Daher ist $f(x)$ und $G_{4n}(x)$ durch x^2+1 teilbar. Die Funktion $G_6(x)$ ist durch $(x-1)(x+1)^2(x^2-x+1)$ teilbar, also Null, ebenso, falls $p>5$ ist, $G_8(x)$, das durch $(x-1)(x+1)^2(x^2+1)$ teilbar ist, und außerdem noch für zwei Werte (1) verschwindet. Demnach ist $f(x)$ und $G_{8n}(x)$ durch x^4+1 teilbar. Also ist

$$(x-1)f(x) \text{ durch } (x^6-1)(x^8-1) \qquad (\text{mod. } p)$$

teilbar. Dagegen läßt sich für $G_5(x)$ auf diesem Wege nur feststellen, daß es einem der beiden Ausdrücke

$$-\frac{5^p-5}{2p}(x^3+1) \text{ oder } \frac{5^p-5}{2p}(x+1)(x-2)(2x-1)$$

kongruent ist, dem ersten nur, wenn $p = 6n+1$ ist. Ist also nicht

$$5^{p-1} \equiv 1 \qquad (\text{mod. } p^2),$$

so können die Kongruenzen (1) nur die Wurzeln $-1, 2, \frac{1}{2}$ gemeinsam haben oder wenn $p = 6n+1$ ist, die Wurzeln der Kongruenz $x^3 \equiv -1$.

§ 5.

Da die beiden Funktionen

$$x(x-1)^{p-1} \text{ und } \frac{x^m-1}{x-1}$$

der Grade p und $q = m-1$ teilerfremd sind, so kann man zwei ganze Funktionen

$$F(x) \text{ und } G(x)$$

der Grade $p-1$ und $q-1$ so bestimmen, daß

$$x(x-1)^{p-1}G(x) - \frac{x^m-1}{x-1}F(x)$$

gleich der gegebenen ganzen Funktion

$$\frac{f(x)}{x-1} = -\sum \frac{(1-x)^{n-1}}{n}$$

wird, und weil deren Grad $p-2<p+q$ ist, so sind jene Funktionen durch diese Bedingung vollständig bestimmt (Jacobi, Crelles Journ. Bd. 15). Da diese beiden Funktionen (mod. p) auch durch die Kongruenz

$$x(x-1)^p G(x)-(x^m-1)\left(F(x)-\frac{1}{2}f(x)\right)\equiv\frac{1}{2}(x^m+1)f(x)$$

völlig bestimmt sind, so erhält man, indem man x durch $\frac{1}{x}$ ersetzt, die Relationen (9) und (10), § 3.

Ist μ eine von 1 verschiedene $m$te Einheitswurzel, so ist nach (12), § 3

$$(1.)\qquad (\mu-1)^p\mu\, G(\mu)=f(\mu)$$

und mithin nach der Formel von Lagrange

$$(2.)\qquad m\,G_m(x)=\frac{(x^m-1)}{x-1}\sum_\mu\frac{f(\mu)}{(1-\mu)^{p-1}}\,\frac{1}{x-\mu}.$$

Da

$$\prod(x-\mu)=\frac{x^m-1}{x-1},\qquad \prod(1-\mu)=m$$

ist, so sind die Koeffizienten von $G(x)$ ganz (mod. p), und folglich nach (4), § 4 auch die von $F(x)$. Der Zweck der durchgeführten Untersuchung ist also von den beiden in dieser einfachen Weise definierten Funktionen nachzuweisen, daß sich $F(x)$ aus den $\frac{1}{2}(p+1)$ Funktionen $b^s f_{p-s}(x)$ (mod. p) zusammensetzen läßt (Formel (8), § 3), und daß

$$(3.)\qquad G(1)\equiv\sum\frac{f(\mu)}{(1-\mu)^p}\equiv\frac{1-m^{p-1}}{p}$$

ist. Ist nun für eine Primzahl p $G_m\equiv 0$, so ist auch $f(\mu)\equiv 0$. So ergeben sich die Bedingungen

$$(4.)\qquad 1+\frac{1}{2}+\cdots+\frac{1}{\left[\frac{p}{m}\right]}\equiv 0\qquad (m=2,3,4,6,8)$$

oder in anderer Form

$$(5.)\qquad \sum\frac{1}{n}\equiv 0,\qquad n\equiv k\ (\text{mod. } m),$$

wo n nur die der Zahlen $1,2\cdots p-1$ durchläuft, die (mod. m) denselben Rest k lassen.

Zustandsänderungen der Metalle infolge von Festigkeitsbeanspruchungen.

Von A. MARTENS.

(Vorgetragen am 10. Februar 1910 [s. oben S. 127].)

Die von der Technik als Baustoffe benutzten Metalle werden zumeist durch Schmelzen und darauffolgende Weiterverarbeitung im erhitzten oder im kalten Zustande erzeugt.

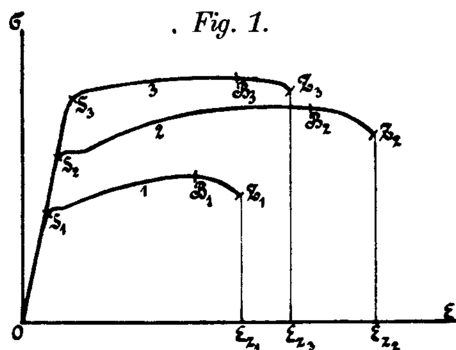
Das im Maschinenbau und im Bauwesen am meisten benutzte Metall ist das schmiedbare Eisen (Flußeisen); es sei, solange nichts anderes gesagt, den weiteren Betrachtungen zugrunde gelegt.

Die Brauchbarkeit und den Wert des Eisens bemißt der bauende Techniker in erster Linie nach den Festigkeitseigenschaften, insbesondere nach den Ergebnissen des Zerreißversuches.

Das als Gußblock gewonnene Flußeisen wird in der Hitze durch Schmieden oder Walzen in die Form übergeführt, in welcher es im Maschinenbau oder im Bauwerk als Bauglied zur Anwendung kommen soll. Durch diese Arbeitsvorgänge können seine Festigkeitseigenschaften wesentlich geändert werden.

Der Verlauf eines Zerreißversuches kann am übersichtlichsten durch ein Schaubild dargestellt werden (s. Fig. 1), in dem die durch die Kräfte P im Querschnitt f erzeugten Spannungen $\sigma = \frac{P}{f}$ nach oben und die diesen Spannungen entsprechenden Dehnungen von links nach rechts aufgetragen werden. Die zur Wertbemessung benutzten charakteristischen Punkte des Schaubildes sind mit S, B, Z und E_Z bezeichnet. Im Punkt B herrscht die höchste während des Versuches erreichte Spannung, unter der der Stab zu Bruche gehen würde, wenn die die Spannung σ_B erzeugende Last P frei an ihm aufgehängt wäre.

Fig. 1.



Der Punkt S, die »Streck- oder Fließgrenze«, bezeichnet diejenige Spannung σ_S, bei welcher der Stab unter der Last P starke, leicht meßbare und zum größten Teil bleibende Verlängerungen erfährt. σ_S ist in der Regel durch den starken Knick im Schaubilde erkennbar.

Die Verlängerung E_Z beim Bruch, bezogen auf die Einheit der ursprünglichen Stablänge, wird nach dem Bruch zwischen zwei Marken gemessen, die die »Meßlänge« l bereits vor dem Versuch am Stabe abgrenzten.

E_Z gilt in der Technik als Maßstab für die Formänderungsfähigkeit des Baustoffes und bildet ein wichtiges Wertmaß für die Beurteilung des Sicherheitsgrades eines Baugliedes.

Die Zustandsänderungen, die ein Flußeisen bei seiner Weiterverarbeitung in der Hitze vom gegossenen Zustand (Linie 1, Fig. 1) aus erfährt, kann man durch einen erneuten Zerreißversuch und seine Schaulinie darstellen (Linie 2, Fig. 1). Man sieht, wie die Punkte S, B und E_Z sich in Linie 2 gegen 1 verschoben haben. Demgemäß sind die Streckgrenze σ_S und die Bruchgrenze σ_B gewachsen; auch die Verlängerung E_Z hat zugenommen.

Wenn nun das durch den Linienzug 2 gekennzeichnete Material noch weitere Bearbeitung bei Zimmerwärme, d. h. Formänderung im kalten Zustande (»Kaltbearbeitung«), erfährt (etwa durch Hämmern, Walzen oder Ziehen), so geht es in einen Zustand über, der durch den Linienzug 3 festgelegt ist; σ_S hat wesentliche, σ_B geringere Steigerung erfahren, E_Z hat aber erheblich abgenommen.

Wenn man die Änderungen der charakteristischen Punkte des Schaubildes durch die folgenden Vergleiche darstellt $\frac{\sigma_{S_2}}{\sigma_{B_2}}$ und $\frac{\sigma_{S_3}}{\sigma_{B_3}}$, so wird man immer finden, daß infolge der Kaltbearbeitung $\frac{\sigma_S}{\sigma_B}$ gewachsen ist. Dieses Verhältnis wird bei Flußeisen der gebräuchlichen Art von etwa 0.55 bis 0.65 auf etwa 0.90 bis 1.00 wachsen können, d. h. die Kaltbearbeitung hebt die Streckgrenze σ_S bis nahezu auf die Bruchgrenze σ_B. Der Grad der Veränderung und damit das Verhältnis $\frac{\sigma_S}{\sigma_B}$ wächst mit dem Grade der Formänderungsarbeit, die auf das Metall verwendet wurde, um es bei Luftwärme (Kaltbearbeitung) von dem einen in den andern Zustand überzuführen. Je stärker die Kaltbearbeitung, desto mehr wachsen σ_S, σ_B und $\frac{\sigma_S}{\sigma_B}$, während E_Z abnimmt. Viele andere Metalle verhalten sich ähnlich wie Flußeisen.

Wenn man ein kaltbearbeitetes Metall hinreichend innerhalb einer bestimmten unteren und oberen Grenze erhitzt (ausglüht), so nimmt es einen neuen Zustand an, der zumeist nahezu der gleiche sein wird, gleichgültig, ob nun die voraufgehende Kaltbearbeitung schwach oder stark gewesen ist. Man kann also durch das Glühen innerhalb bestimmter Grenzen gewissermaßen einen Normalzustand herbeiführen, der dem Metall eigentümlich ist. Dieser Zustand ist durch die Linie 4 im Schaubild Fig. 2 angedeutet. Er sollte stets den Ausgangspunkt für die technische Beurteilung des Metalls als Baustoff bilden.

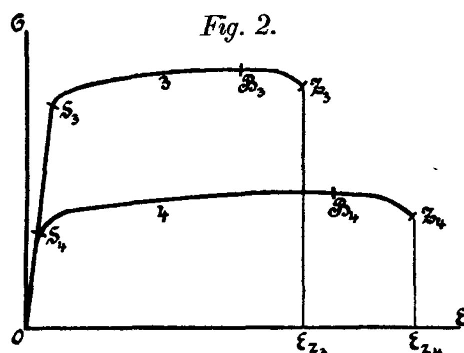


Fig. 2.

Der Technologe muß aber noch einen andern Maßstab zur Beurteilung an das Metall anlegen, als ihn der Baumeister benutzt. Der Technologe soll das Metall von der einen Form in die endgültige überführen, ohne seinen Zusammenhalt zu zerstören (prägen, pressen, drücken, walzen, ziehen); er hat zur bequemen Darstellbarkeit der Eigenschaften Zusammenfassungen der bisher behandelten Einzelwerte gebildet.

Er hat beispielsweise den Begriff der »Formänderungsarbeit« eingeführt, indem er aus dem Schaubilde den Flächenvergleich, den »Völligkeitsgrad« ξ, d. i. das Verhältnis des umschriebenen Rechteckes 0 1 2 3 Fig. 3 zu dem Inhalt der von der Schaulinie eingeschlossenen Fläche benutzt. Diese Fläche stellt die Summe $\sum \sigma E$, also aus Kraft mal Weg, die Arbeit dar, die die Raumeinheit des Stoffes der Formänderung entgegensetzt. Nachdem die Erfahrung gelehrt hat, daß ξ für jeden Stoffzustand eine Konstante ist, so kann die Formänderungsarbeit auch durch $\sigma_B E_Z \xi$ ausgedrückt werden; es ist also $\sigma_B E_Z \xi = \sum \sigma E \frac{\text{cm kg}}{\text{ccm}}$, oder mit dem spezifischen Gewicht s umgerechnet $= \sum \sigma E \frac{1}{s} \frac{\text{cm kg}}{\text{g}}$.

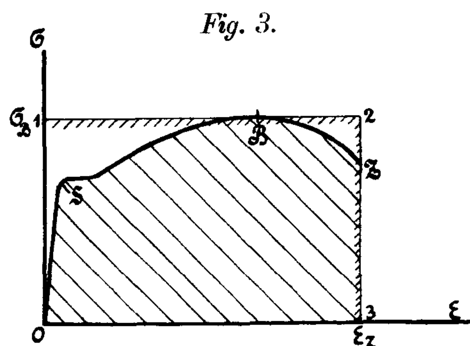


Fig. 3.

Einen merklichen Einfluß auf die Gestalt des Schaubildes hat erfahrungsgemäß die Geschwindigkeit v, mit der beim Festigkeits-

versuch die Formänderung des Probekörpers herbeigeführt wird. Der Stoff nimmt keineswegs augenblicklich die Gestalt an, die er mit der Zeit unter der Wirkung der Kraft P bei der durch sie erzeugten Spannung annehmen würde, wenn ihm die nötige Zeit gelassen wird. Es findet also unter der Wirkung der Kraft P fortwährende Verlängerung durch Verschiebung der kleinsten Teile im Stabe statt, bis schließlich, meist nach Wochen und Monaten, Gleichgewicht eintritt; die Verschiebung der kleinsten Teile, das »Fließen« des Körpers, vollzieht sich gewissermaßen wie in einer sehr zähen Flüssigkeit, deren innerer Reibungswiderstand mehr oder minder schnell die Ruhe herbeiführt. Die Geschwindigkeit, mit der die Reibungsdämpfung wirkt, ist von der Natur des Stoffes abhängig. Will man dessen Eigenschaften also ganz ergründen, so wird man diese Vorgänge »Nachwirkungen« in den Bereich des Versuches ziehen müssen.

Wenn man den Zerreißversuch in der Weise ausführt, daß man die Verlängerung während des Versuches absatzweise mit verschiedener Geschwindigkeit hervorruft, so wird das Schaubild sich etwa so gestalten, wie in Fig. 4 angedeutet. Wenn die normale Geschwindigkeit v verringert wird, so wird die Linie v_1, wenn die Geschwindigkeit vergrößert wird, so wird die Linie v_2 den Verlauf des Versuches darstellen. Geht man also während des Versuches von der einen Geschwindigkeit mehrmals zur anderen über, so erhält man die ausgezogenen Zacken im Schaubild, deren Höhe ein Maß für die Wirkung der angewendeten Geschwindigkeiten gibt.

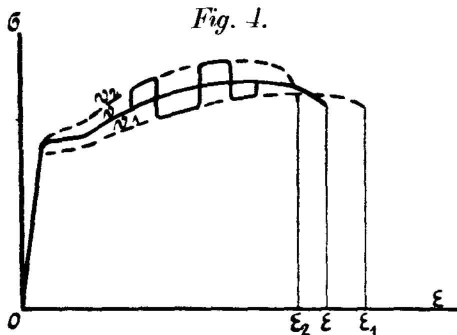


Fig. 4.

Der Einfluß der Geschwindigkeit ist bei manchen Metallen sehr groß, bei vielen aber so gering, daß man ihn für technische Zwecke vernachlässigen darf. Bei Zink kann er leicht bis auf etwa 50 Prozent steigen, während er beim Eisen 1.5 Prozent betragen mag[1].

Die Wirkung der Zeit auf den Formänderungsvorgang ist seit langem bemerkt worden. Ihren Einfluß auf die Festigkeitseigenschaften der in der Technik verwendeten Metalle hat in ausführlicher Weise besonders Bauschinger[2] studiert. Er hat nachgewiesen, daß in einem

[1] A. Martens, Handbuch der Materialienkunde für den Maschinenbau, Berlin, Julius Springer, Abs. 282—294.

[2] Mitteilungen des Mechanisch-Technischen Laboratoriums der Kgl. Techn. Hochschule zu München 1891, Heft 20.

Metallstab, der bei Zimmerwärme auf Zugfestigkeit geprüft wird, sich die charakteristischen Punkte auch noch dann ändern, wenn der Stab nach der Entlastung in Ruhe bleibt; er hat eine Reihe von gesetzmäßigen Erscheinungen angegeben, die ich versuchte ebenfalls durch Schaubilder darzustellen[1]. BAUSCHINGER fand z. B., daß die Verkürzung nach der Entlastung noch stunden-, tage- und wochenlang vor sich ging; er zeigte, daß je nach der Höhe der vorausgegangenen Beanspruchung, während der Ruhe nach der Entlastung, sich die Streckgrenze σ_S nach oben verschiebt, und zwar unter Umständen über die Höhe der vorher angewendeten Beanspruchung hinaus, während die Dehnung E sich verminderte. Er fand ferner, daß die so künstlich veränderten Grenzwerte, durch die Erschütterungen (Stöße) und durch Erhitzungen während der Ruhepause, auf den ursprünglichen Zustand annähernd zurückgebracht werden können u. a. m.

Man erkennt aus diesen Tatsachen, daß wir es bei unseren Metallen kaum mit eigentlich festen Körpern zu tun haben, daß in ihnen vielmehr ständiges Fließen von einem Zustande in den andern stattfindet, und man kann sich leicht vorstellen, daß in ihnen kaum jemals Ruhe, sondern jederzeit das Streben nach einem endlichen Gleichgewichtszustand vorhanden ist.

Diese Änderungen vollziehen sich nun nicht nur während der Ruhe unter der Belastung oder nach der Entlastung, sondern sie treten auch während des Versuches bei der Belastungssteigerung oder bei der Lastverminderung auf; sie verlaufen also gewissermaßen übereinander, wie die leichten Kräuselwellen über die Hauptwelle.

Diese Vorgänge, »Nachwirkungen«, sind die Ursache, daß der Techniker in seinen Baustoffen eigentlich niemals mit bestimmten Zuständen rechnen dürfte. Er ist ihretwegen gezwungen, die rechnungsmäßigen Spannungsgrößen, »zulässigen Spannungen«, die er zur Vermeidung von Gefahr noch anwenden darf, auf die langjährigen Erfahrungen am Bauwerk zu gründen. Nachdem man früher mit der sogenannten »Bruchsicherheit« rechnete, indem man die zulässige Spannung σ_K nach der Bruchfestigkeit σ_B bemaß, $\sigma_K = \frac{1}{n}\sigma_B$ ($n = 4$ bis 10), ist man heute immer mehr dazu übergegangen, die »Elastizitätsgrenze« σ_E, d. h. diejenige Spannung, bei der der Körper noch keine meßbare bleibende Formänderung erleidet, als Maßstab zu benutzen, indem man $\sigma_K = \frac{1}{n}\sigma_E$ setzt, wobei n etwa $= 2$ gesetzt

[1] A. MARTENS, Handbuch der Materialienkunde für den Maschinenbau, Abs. 313 und 314. Vgl. auch die dort angegebenen Quellen.

wird. σ_E ist aber ohne Feinmessungen nicht zu bestimmen, und deswegen sucht die Praxis an seine Stelle die später in das Prüfungswesen durch Bauschinger eingeführte Streckgrenze σ_S (vielfach auch »praktische Elastizitätsgrenze« genannt) an Stelle der Elastizitätsgrenze einzuführen, und man verlangt dann $\sigma_K = \frac{1}{n}\sigma_S$, wobei $n = 2$ bis 3 gesetzt werden darf.

Alle diese Festsetzungen von σ_K beruhen schließlich doch immer wieder auf der ursprünglichen Grundlage der praktischen Erfahrung des Baugewerbes und des Maschinenbaues, denn zwischen E, S und B bestehen bei den einzelnen Baustoffen praktisch feste Verhältnisse, so daß je nach der Wahl von n doch immer wieder die ursprüngliche Beziehung von σ_K zu σ_B hergestellt wird. Die Praxis hatte unbewußt auch die Abhängigkeit der Festigkeitseigenschaften von den äußeren Umständen, unter denen das Material entstand und im Bauwerk zu arbeiten hatte, berücksichtigt, indem sie den Sicherheitsfaktor $n = 4$ bis 10 annahm; der erfahrene Ingenieur wählte für verschiedene Zwecke verschiedene Sicherheitsgrade n.

Albert 1828, W. Fairbairn 1864, A. Wöhler 1860 haben versucht, an Stelle der Ableitung aus langjähriger Erfahrung, die Sicherheitszahl n gewissermaßen durch die versuchsmäßig durchgeführte praktische Inanspruchnahme des Baustoffes schneller und sicherer zu erlangen, indem sie die Probestücke möglichst genau so wie im Bauwerk durch sehr oft wiederholten Spannungswechsel beanspruchten, d. h. sogenannte »Dauerversuche« ausführten. Diese Richtung im Materialprüfungswesen besteht auch heute noch und hat besonders im Auslande weitern Ausbau erfahren. Ich selbst hatte Gelegenheit, im Jahre 1906 der Akademie die im Kgl. Materialprüfungsamt benutzten Einrichtungen für Dauerversuche vorzuführen und die leitenden Grundsätze für den Aufbau der Maschinen zu erläutern.

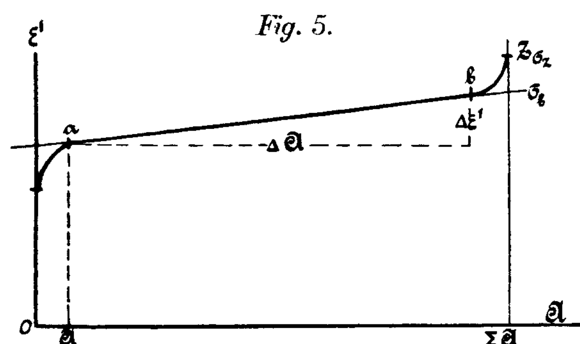
A. Wöhler u. a. ließen die Belastungswechsel, entsprechend den ihnen vorschwebenden praktischen Verhältnissen, ziemlich langsam aufeinanderfolgen, während man zur Zeit, namentlich in England und Amerika, hofft, dadurch schneller zum Ziele zu kommen, daß man die Beanspruchungszahl in der Minute wesentlich erhöht. Aus meinen oben gemachten Mitteilungen über die Vorgänge beim Zerreißversuch erkennt man aber, daß man hierbei zu ganz anderen Ergebnissen kommen wird, als bei langsamen Lastwechseln. Daher ist heute vorauszusehen, daß Dauerversuche auch nur in beschränktem Maße zum Ziele führen werden, und daß sie insbesondere sehr kostspielig werden, wenn man von ihnen vollen Aufschluß über das Wesen der Baustoffe verlangt.

Der bautechnische Zielpunkt des Dauerversuches wird immer sein, diejenige Spannung σ_N (»Arbeitsfestigkeit[1]«) zu finden, die der Körper vielmillionenmal ertragen kann, ohne zu Bruche zu gehen.

Es fragt sich, ob man nicht auf kürzerm Wege zum Ziele gelangen kann; solche Wege zu finden wird sich lohnen.

AUTENHEIMER[2] u. a. haben angenommen, daß der Bruch beim Dauerversuch dadurch herbeigeführt werde, daß bei jeder Anspannung ein gewisser kleiner Teil des Arbeitsvermögens im Stabe aufgezehrt wird, so daß sich der Gesamtbetrag allmählich erschöpft. Um diese Anschauung zu prüfen, habe ich bei meinen Dauerversuchen die bleibende Verlängerung und die Querschnittsänderungen des Stabes von Zeit zu Zeit feststellen lassen und habe gefunden, daß in der Tat bei jeder Anspannung von der Größe, die schließlich zum Bruche führt, eine bleibende Verlängerung erzeugt wird. Sehr viele Stäbe haben einen Verlauf des Formänderungsvorganges bei oft wiederholten Beanspruchungen gezeigt, der wie in Fig. 5 dargestellt werden kann, indem man die Zahl der Anspannungen A nach rechts, die dabei erzielten Verlängerungen E' nach oben aufträgt. Wenn die Anspannung σ_A die Streckgrenze σ_S erreicht oder übersteigt, so wird der Linienverlauf, anfangs steil aufsteigend, in die fast gerade Linie $a\ b$ übergehen und hinter b bis Z wieder steil ansteigen, d. h. also, zu Beginn und am Ende des Versuches tritt eine starke Verlängerung auf, und auf der Strecke $a\ b$ nimmt meistens die Verlängerung E' proportional mit der Zahl der Beanspruchungen A zu, bis kurz vor dem Bruch bei Z wiederum starke Formänderung

Fig. 5.



eintritt. Die Neigung $\frac{\Delta E'}{\Delta A}$ der Geraden $a\ b$ gibt also ein Maß für die jeder Anspannung entsprechende Formänderung, d. h. für den Anteil, um den das Arbeitsvermögen des Stabes erschöpft wird.

Wenn dieser Vorgang immer gesetzmäßig eintritt und man imstande wäre, das jedem Stoff zukommende Arbeitsvermögen restlos zu bestimmen, so könnte in der Tat durch verhältnismäßig wenige Anspannungen der Zweck des Dauerversuches erreicht werden und

[1] A. MARTENS, Handbuch der Materialienkunde für den Maschinenbau, Abs. 312.

[2] AUTENHEIMER, Schwächung des Arbeitsvermögens der Materialien durch Belastungswechsel, Broschüre.

damit wäre in erheblichem Maße Zeit und Geld erspart. Die Voraussetzung ist aber zur Zeit noch nicht genügend begründet, und es muß daher mit allem Scharfsinn gestrebt werden, hier etwas Brauchbares zu schaffen.

Von den Erfahrungen ausgehend, die ich bei früheren Versuchen über die oben schon angedeuteten Nachwirkungserscheinungen sammelte, habe ich einen Versuch gemacht, der Sache näherzukommen, den ich weiter unten andeuten will; hier seien zunächst noch die früheren Erfahrungen übersichtlich zusammengestellt.

Die Nachwirkungen, die ich hier im Auge habe, traten besonders lehrreich bei Versuchen hervor, die ich im Jahre 1887 mit Magnesium ausführte, deren Ergebnisse zum Teil in Fig. 6 niedergelegt sind[1].

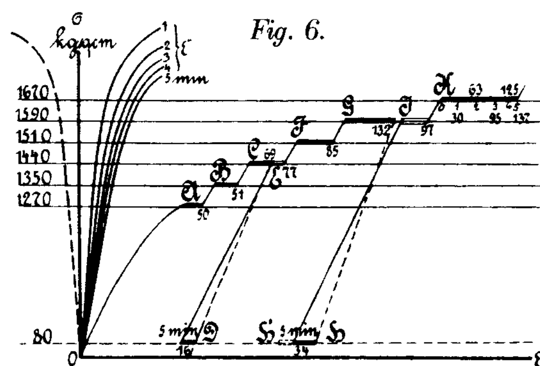


Fig. 6.

Versuchsergebnisse.

σ kg/qcm	$E =$ cm 10^{-5}	E'' in $\frac{1}{100000}$ cm (cm 10^{-5}) nach 1	2	3	4	5 Min.
1270	385	16	29	37	44	50
1350	417	20	29	36	46	51
1440	450	19	30	50	55	69
80	98	−4	−10	−11	−13	−16
1440	464	33	51	61	72	77
1510	502	33	51	59	77	85
1590	548	47	72	107	114	132
80	158	−11	−17	−28	−31	−34
1590	577	23	47	66	83	97
1670	628	30	63	95	125	137

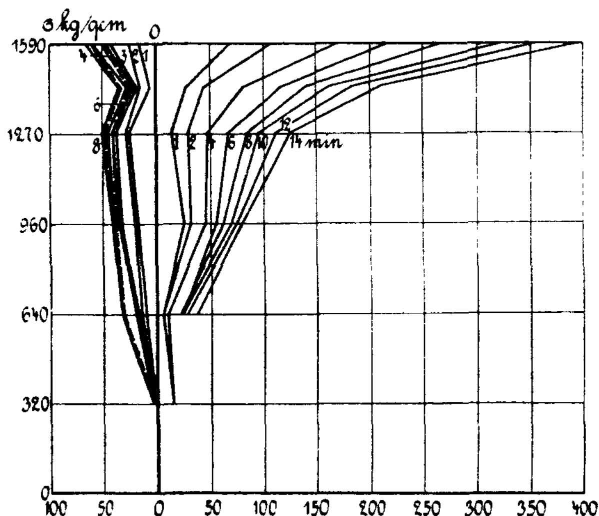
Die Zerreißversuche mit Magnesium wurden unter Anwendung von Spiegelapparaten ausgeführt[2], die die Längenänderungen in der Größen-

[1] Mitteilungen aus den Kgl. Technischen Versuchsanstalten, 1887, Heft I.

[2] A. Martens, Handbuch der Materialienkunde, Abs. 81—98 und Abs. 690—705.

ordnung cm·10^{-6} ablesen ließen. Man erhielt bei Belastung und Entlastung die in Fig. 6 eingetragenen Werte. Bei hohen Spannungen (1270 Atm. und mehr) nahmen die Ablesungen von Minute zu Minute zu. Die bei den verschiedenen Spannungen nach je 5 Minuten erhaltenen Nachwirkungen sind in Fig. 7 eingetragen. Die während der ersten 5 Minuten unter der Last vollzogenen Nachwirkungen sind in Fig. 6 durch die kurzen, stark ausgezogenen Linien angedeutet; die unter der geringen Anfangsspannung $\sigma_0 = 80$ Atm. vollzogenen Nachverkürzungen, ebenso die unter der ersten Wiederbelastung bei den Punkten E und J vollzogenen Nachstreckungen sind durch Doppellinien gekennzeichnet. Man sieht, daß die Beträge der Nachwirkungen deut-

Fig. 7.



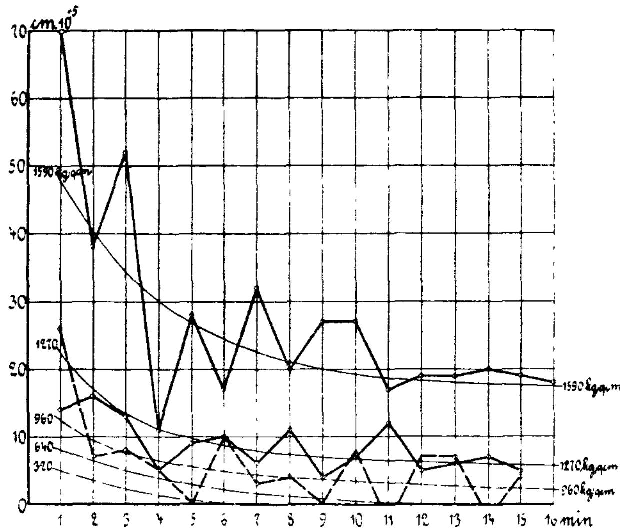
lich mit wachsender Spannung zunehmen, und zwar sowohl diejenigen unter hohen Spannungen, als auch die Nachverkürzungen unter der Entlastungsspannung von $\sigma_0 = 80$ Atm. Solche Entlastungen wurden von C und G aus vorgenommen. Trägt man die den einzelnen Minuten entsprechenden Nachwirkungen in Fig. 7 auf, so erkennt man leicht, daß jedesmal der in der ersten Minute erhaltene Betrag am größten ist, und daß er von da ab in jeder ferneren Minute geringer wird. Nach der ersten Wiederbelastung ist jedesmal die Nachwirkung kleiner als unter der erstmaligen Belastung von gleicher Höhe[2]. Das Gesetz, nach welchem die Nachwirkungen verlaufen, ist auch in Fig. 6 eingetragen; es ist in Fig. 7 durch die Linienzüge 1—14 rechts neben

[2] Die Vorgänge laufen übereinander, wie die Kräuselwellen auf der Hauptwelle; weil auch während der Wiederbelastung noch die Nachverkürzung infolge der voraufgehenden Entlastung vor sich geht, erscheint die erste Nachverlängerung geringer als bei der ersten Belastung im jungfräulichen Stabe.

der Nullinie gegeben, während die Verkürzungen unter der Entlastungsspannung $\sigma_0 = 80$ Atm. links von der Achse angedeutet sind.

In Fig. 8 ist der Verlauf der Nachwirkungen bei bestimmten Spannungen, wie er in den ersten Minuten, 1—16, entsteht, hintereinander aufgetragen. Man erkennt, daß jedesmal in der ersten Minute

Fig. 8.



die stärkste Nachwirkung stattfindet und daß diese mit jeder folgenden Minute kleiner wird. Es fragt sich nun, wie wird der Verlauf nach sehr langer Zeit werden? Kommt der Körper unter einer Anspannung, die lange Zeit dauert, zur Ruhe? oder nimmt die Nachwirkung in der Minute etwa gar nach einiger Zeit wieder einen schnellern Verlauf, so daß sie mit der Zeit den Bruch des Stabes herbeiführt?

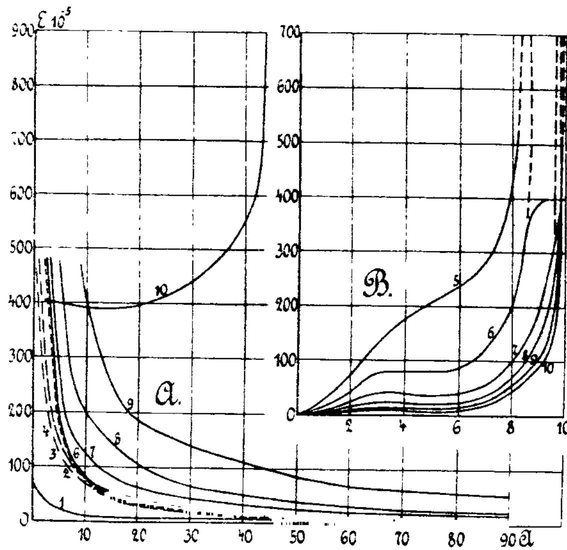
Man erkennt leicht, daß man auch nach diesen Gesichtspunkten Dauerversuche würde durchführen können, wenn sie nicht für den Beobachter gar zu ermüdend wären. Will man diesen Gedanken erschöpfend verfolgen, so wird man gezwungen sein, an Stelle des Beobachters die Maschine zu setzen, d. h. eine Einrichtung zu treffen, die ganz selbsttätig das Versuchsergebnis so verzeichnet, daß die Gesetze nachträglich daraus abgeleitet werden können, wenn sie nicht gar von der Maschine selbst gleich aufgezeichnet werden. Eine Lösung erster Art ließe sich etwa so denken, daß man die bei der Spiegelablesung im Fernrohr erscheinenden Bilder, statt sie mit dem Auge abzulesen, gewissermaßen kinematographisch aufnimmt. Die Maßbestimmung könnte hierbei wahrscheinlich auch noch mit größerer Schärfe geschehen als durch die Schätzung mit dem Auge. Der zweite Gedanke läßt sich am zweckmäßigsten ebenfalls auf photographischem Wege

verwirklichen. Ich gab für die Pohlmeyermaschine Andeutungen hierfür in meinem Handbuch der Materialienkunde (Absatz 532 und 716) und hoffe, sie in nächster Zukunft verwirklichen zu können.

Die in Fig. 5 niedergelegten Erfahrungen über den Verlauf des Schaubildes der Verlängerungen während des Dauerversuches legten es nahe, eine eingehende Untersuchung über das Verhalten des Stabes während des ersten Teiles bis zum Punkt a einzuleiten. Ich ließ deshalb Versuche in der Festigkeitsprobiermaschine mit Feinmessungen (Spiegelapparat) ausführen, und zwar so, daß durch satzweises Vorgehen diejenige Spannung (»Proportionalitätsgrenze«) aufgesucht wurde, bis zu welcher gleiche Spannungsdifferenzen gleiche Verlängerungsdifferenzen hervorbringen, bis zu der die Schaulinie also geradlinig verläuft und der Körper sich vollkommen elastisch verhält. Von σ_P aus wurde bei weiterm Vorgehen bei jeder neuen Belastungsstufe die Anspannung zwischen σ_1 und σ_2 sehr oft wiederholt (100 mal), um festzustellen, wie groß für jede Anspannungsfolge neben der elastischen Verlängerung E die bleibende E' wurde. Die so gewonnenen Punktgruppen für $\Delta E'$ wurden durch Ausgleichslinien dargestellt, die in Fig. 9 (Gruppe A) die Linien 1—10 lieferten: die zugehörigen Spannungsgrenzen für σ_A sind in der kleinen Tabelle C, Fig. 9 angegeben; die Spannungsstufe Δ_A betrug jedesmal 225 kg/qcm. Bildete man in jeder Ausspanuungsfolge aus den Ablesungen die Differenzen $\Delta E'$ und trug sie zum Schaubild auf, so ergab sich Fig. 9, Liniengruppe A. Sie zeigt, daß $\Delta E'$ für die erstmalige Anspannung des Stabes unter einer neuen Laststufe am größten war, und daß $\Delta E'$ dann allmählich abnahm und sich einem gleichbleibenden Werte näherte, also asymptotisch zur Nullinie verliefen, wobei der Abstand von der Nullinie mit jeder höheren Spannungsstufe größer wurde. Diesen Weg werde ich weiter verfolgen, weil ich annehme, daß mit der höheren Spannung schließlich ein Zustand eintritt, bei dem $\Delta E'$ nach einer Anzahl von Anspannungen wieder größer wird (vgl. Linienzug 10 in Fig. 9 A); mit der hierzu gehörigen Spannung wird diejenige Spannung σ gefunden sein, die den Stab beim Dauerversuch in nicht allzu langer Zeit zu Bruche führt.

Der bisher geschilderte Vorgang der Nachwirkungen ist aber noch keineswegs erschöpfend; es gibt noch eine Reihe von Vorgängen, die technisch wertvolle Aufschlüsse liefern können. Solche Vorgänge spielen sich namentlich bei den zur Verarbeitung der Metalle benutzten sogenannten Veredelungsverfahren ab. Bei diesen wird zumeist die Wärme zu Hilfe genommen, und man benutzt beispielsweise die durch schnelle oder langsame Abkühlung eintretenden Zustandsänderungen der Metalle, um diesen Baustoffen technisch wertvolle Eigenschaften

Fig. 9.



1.	σ_A = 2585—2810	Δ_A = 225 kg
2.	" = 2698—2923	" = 225 "
3.	" = 2810—3035	" = 225 "
4.	" = 2923—3147	" = 225 "
5.	" = 3035—3260	" = 225 "
6.	" = 3147—3372	" = 225 "
7.	" = 3260—3485	" = 225 "
8.	" = 3372—3597	" = 225 "
9.	" = 3485—3710	" = 225 "
10.	" = 3597—3822	" = 226 "

zu verleihen; ich nenne das Abschrecken in Wasser oder in Öl, das Warmpressen usw. Es ist von vornherein zu erwarten, daß auch hierbei der einem bestimmten Verfahren zukommende Endzustand nicht augenblicklich eintritt, sondern daß ähnlich den vorhin besprochenen Nachwirkungen auch bei der Veredelung Nachwirkungen stattfinden werden, deren Erforschung von großem Wert sein dürfte. Meine im Jahre 1887 mit Magnesium gemachten Erfahrungen lassen mich vermuten, daß in dieser Hinsicht besonders die Leichtmetalle von Bedeutung für die Erkenntnis sein werden. Ich nahm daher als Vorsitzender des Preisgerichtes für den Wettbewerb von Leichtmetallen auf der Internationalen Ausstellung für Luftschiffahrt zu Frankfurt a. M. Gelegenheit, mir von den Fabrikanten Muster für eine eingehende Untersuchung zu erbitten. Die Ergebnisse dieser Versuche werde ich später vorlegen, wenn die Firmen die Erlaubnis hierzu geben werden.

Die Radiumstrahlung in ihrer Wirkung auf die Entwicklung tierischer Eier.

Von Oscar Hertwig.

(Vorgetragen am 15. Juli 1909 [s. Jahrg. 1909 S. 887].)

Schon bald nach der Entdeckung des Radiums und seiner überraschenden physikalischen Eigenschaften ist auch die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf die intensiven Wirkungen gelenkt worden, die es auf die Lebensprozesse pflanzlicher und tierischer Zellen ausübt. Zahlreich sind schon die Versuche, das Radium auch als therapeutisches Mittel in der Medizin zu verwerten. In verschiedenen Richtungen hat man begonnen, seine Wirkungen auf den lebenden Organismus genauer zu studieren. Auf tierischem Gebiete sind die meist nur kurzen Mitteilungen von Bohn, Hüneke, Birsch-Hirschfeld, Perthes, Schaper, Levy, Hertel, Schmidt, Bardeen hervorzuheben. Mit der Wirkung des Radiums auf die Keimung und das Wachstum der Pflanzen haben sich Körnicke und Guilleminot beschäftigt. Der letztgenannte hat auch ein größeres Buch: »Rayons X et radiations diverses. Actions sur l'organisme« in der Encyclopédie scientifique 1910, erscheinen lassen und in ihm eine zusammenfassende Darstellung über die Ergebnisse der bis jetzt erschienenen Arbeiten gegeben. Für mich waren von besonderem Interesse die Beobachtungen von Schaper, Levy und Bardeen, da sie an dem auch von mir benutzten Objekt, den Eiern von Amphibien, angestellt wurden. Der so früh verstorbene Schaper hat selbst nur eine kurze vorläufige Mitteilung: »Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Radiumstrahlen auf embryonale und regenerative Vorgänge« im Anatomischen Anzeiger veröffentlichen können. Das von ihm hinterlassene Beobachtungsmaterial hat nach Schapers Tod noch eine genauere Durcharbeitung, soweit es möglich war, durch Oskar Levy erfahren. Seine Veröffentlichung im Archiv für Entwicklungsmechanik 1906 führt den Titel: »Mikroskopische Untersuchung zu Experimenten über den Einfluß der Radiumstrahlen auf embryonale und regenerative Entwicklung«. Mit der kurzen, vor-

läufigen Mitteilung von Bardeen: »Variations in susceptibility of Amphibian ova over the X-rays at different stages of development« wurde ich erst später nach meinem in der Akademiesitzung (15. Juli 1909) gehaltenen Vortrag bekannt. Sie ist im April 1909 in The anatomical Record erschienen.

Meine Untersuchungen wurden im Winter 1909 an Eiern und Larven vom Axolotl begonnen, und an den Eiern von *Rana fusca* und *temporaria* sowie an den Geschlechtsprodukten von zwei Seeigelarten, *Strongylocentrotus* und *Echinus miliaris*, die ich aus Rovigno und Norderney bezog, fortgeführt. Obwohl dieselben noch nicht zum völligen Abschluß gelangt sind und noch fortgesetzt werden, wie denn das reichlich konservierte Material bis jetzt nur teilweise hat bearbeitet werden können, gebe ich im Anschluß an meinen Vortrag in der XXXVI. Sitzung der Akademie (15. Juli 1909) einen kurzen Bericht über die hauptsächlichen Ergebnisse.

1. Bestrahlung befruchteter Amphibieneier.

Eine größere Reihe von Radiumversuchen wurden an befruchteten Amphibieneiern (Frosch und Axolotl) in systematischer Weise angestellt. Auf charakteristischen Anfangsstadien der Entwicklung 1. beim Beginn der Zweiteilung, 2. auf dem Stadium der Keimblase, 3. der Gastrula, 4. zur Zeit der Bildung der Nervenplatte und Nervenrinne wurden die Eier 5 und 10 Minuten, eine halbe oder ganze Stunde, ferner 2, 3 und 4 Stunden mit Radium bestrahlt. Die Anordnung eines jeden Experiments war folgende: In der Mitte einiger Objektträger wurden je 2 dicke Glasleisten in einem Abstand von wenig mehr als 1 cm parallel zueinander mit Wachs befestigt. Sie dienten zum Auflegen der Radiumkapsel und wurden daher in solcher Dicke gewählt, daß ein einzelnes Ei auch mit stark gequollener, von Wasser durchtränkter Gallerte zwischen dem Objektträger und dem Glimmerplättchen der Kapsel noch gerade Platz fand und nur durch eine dünne Luftschicht von letzterem getrennt blieb. Die Radiumkapsel wurde so aufgelegt, daß die nach oben gerichtete Hälfte des Eies in die Mitte des Radiumpräparates zu liegen kam, und daher von den ausgesandten Strahlen direkt und in kleinem Abstand getroffen wurde. Zu jedem Versuch wurde also jedesmal nur ein einziges Ei benutzt. Da ich aber über fünf Radiumkapseln[1] verfügte,

[1] Die Radiumpräparate wurden mir vom hiesigen Physikalischen Institut, von der Klinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten und von der Kaiser-Wilhelm-Akademie für meine Untersuchungen zur Verfügung gestellt. Ich ergreife gern die Gelegenheit, den Direktoren der betreffenden Anstalten, den HH. Rubens und Lesser und Hrn. Generalarzt Dr. Kern, meinen Dank für ihr Entgegenkommen auszusprechen.

konnten immer 5 Eier auf genau demselben Stadium bestrahlt werden. Nach Beendigung des Versuchs wurde jedes Ei in ein kleines Glasgefäß mit frischem Wasser gebracht und seine Weiterentwicklung bis zu dem Zeitpunkt verfolgt, wo es wünschenswert schien, seine Konservierung vorzunehmen. Für histologische Untersuchung wurden die Objekte in ihrer Gallerte teils in Formalin, teils in Pikrinessigsäure, teils in 0.2 Prozent Chromsäure eingelegt.

Bei allen von mir vorgenommenen Experimenten mit Radium läßt sich als allgemeine Regel feststellen, daß alle in Entwicklung begriffenen Eier während der Bestrahlung und geraume Zeit nach derselben keine Reaktion auf den Eingriff erkennen lassen. Die Entwicklung nimmt zunächst wie beim Kontrollobjekt ungestört ihren Fortgang. Erst nach einer längeren Latenzperiode macht sich die Radiumwirkung, und zwar stets in einer sehr nachteiligen Weise, bemerkbar. Sie fällt sehr verschieden aus, je nach dem Entwicklungsstadium des Eies, auf welchem die Bestrahlung vorgenommen wurde. Auch ihre Dauer sowie die Stärke des verwandten Präparates ist für die Intensität der Störung maßgebend.

Froscheier, die während oder nach vollzogener erster Teilung 1, 2, 3 oder 4 Stunden bestrahlt wurden, fahren, wie es scheint, ohne Störung sich zu teilen fort; sie bilden eine Morula und bei kürzerer Dauer der Exposition auch eine Keimblase. Auf diesem Stadium aber kommt die Entwicklung spätestens ohne Ausnahme zum Stillstand. Während die Kontrolleier den Urmund und die Rückenwülste bilden usw., entwickeln sich die bestrahlten Eier nicht über das Morula- und Keimblasenstadium hinaus. Sie sind so geschädigt worden, daß sie schließlich absterben. Man erkennt dies schon daran, daß am 3., 4. oder 5. Tag die perivitelline Flüssigkeit sich zu trüben beginnt und die Blasenoberfläche eine feinkörnige Beschaffenheit annimmt. An Schnitten durch konserviertes Material läßt sich leicht feststellen, daß, wenn auch die äußere Form der Keimblasen sich leidlich erhalten hat, die einzelnen Zellen doch schon vor der Konservierung der Objekte abgestorben waren. Die Empfindlichkeit des Amphibieneies gegen Radiumbestrahlung ist auf seinem Anfangsstadium eine besonders große. Bei vier Axolotleiern, die teils 5, teils 10 Minuten im Zustand der Zweiteilung bestrahlt wurden, genügte diese Einwirkung schon vollkommen, um den Tod auf dem Keimblasenstadium herbeizuführen.

Auch die Bestrahlung der Froscheier auf dem Stadium der Morula und der Keimblase während einer halben, einer ganzen Stunde oder mehr führt bald zu vollständigem Stillstand ihrer Entwicklung und schließlich zum Zerfall in der oben erwähnten Weise. Hierbei ist es gleichgültig, ob die Bestrahlung vom animalen oder vegetativen

Pol aus stattgefunden hat. Eine normale Gastrulation ist unmöglich geworden; höchstens kommt es hier und da noch zu schwachen Ansätzen einer Einstülpung, indem sich unregelmäßige Rinnenbildungen an der Randzone beobachten lassen.

Eine eigentümliche, mit großer Konstanz auftretende Reaktion zeigt sich bei Eiern, die am Beginn oder während der Urmundbildung ½—4 Stunden bestrahlt werden. Zwar nimmt der Prozeß der Einstülpung seinen weiteren Fortgang, aber während desselben werden kleinere und größere Brocken von Dotterzellen in den perivitellinen Raum abgestoßen, wo sie sich zwischen Embryo und Dotterhaut ansammeln. Infolgedessen wird der Embryo erheblich verkleinert. Nach 2 Tagen haben die Eier ihr Aussehen stark verändert. Der perivitelline Raum ist mit einer trüben, feinkörnigen und durch verteiltes Pigment grau gefärbten Flüssigkeit gefärbt, so daß wohl jeder die Eier auf den ersten Blick für abgestorben und in Zerfall begriffen halten wird. Das ist nun aber keineswegs der Fall. Denn wenn man mit Schere und Nadel die Gallerte und Dotterhaut abpräpariert, so kann man aus der trüben, perivitellinen Flüssigkeit einen stark verkleinerten Embryo isolieren, der etwas gestreckt ist und ein Kopf- und Schwanzende erkennen läßt. Da er ein Flimmerkleid entwickelt hat, führt er im Wasser rotierende Bewegungen aus. Die Flimmerung der Körperoberfläche ist auch die Ursache, daß die bei der Gastrulation ausgetretenen Dotterbrocken in kleinere Partikelchen zerlegt worden sind und die eben erwähnte allgemeine Trübung der perivitellinen Flüssigkeit hervorgerufen haben. Die Zwergembryonen wurden, da auf ihr längeres Fortleben doch nicht zu rechnen war, behufs Untersuchung auf Schnitten in Pikrinessigsäure konserviert.

Von Eiern, bei denen die Gastrulation beendet, die Medullarplatte gebildet und entweder noch flach ausgebreitet oder zu einer mehr oder minder tiefen Rinne zusammengekrümmt ist, werden nicht mehr Dotterpartikel in den perivitellinen Raum infolge der Radiumbestrahlung ausgestoßen. Die perivitelline Flüssigkeit bleibt klar, die Entwicklung nimmt ihren weiteren Fortgang. Die Nervenrinne hat sich bald zum Rohr geschlossen, Kopf und Schwanzende beginnen sich abzusetzen. Am Kopf werden frühzeitig zwei große Haftnäpfe ausgebildet. Kiemenfäden treten als kleine Höcker auf, die nach und nach zu kurzen Zöttchen auswachsen; das Schwanzende umgibt sich mit einem Flossensaum. Die sich streckenden Larven lassen sich, je nachdem die Bestrahlung 15 oder 30 Minuten, 1, 2 oder mehr Stunden vorgenommen wurde, 1—2 Wochen am Leben erhalten. Im Vergleich zu den Kontrolltieren bleiben sie aber nicht nur in der Entwicklung etwas zurück, sondern sie sind auch je nach der Dauer der Radiumbestrah-

lung mehr oder minder stark mißgebildet, und zwar alle in einer ziemlich gleichartigen Weise. Es läßt sich dies schon bei äußerlicher Betrachtung, noch besser aber bei Zerlegung in Schnittserien feststellen. Während die Kontrolltiere langgestreckt und schlank sind und bei Befreiung aus der Gallerte sich im Wasser hurtig fortbewegen, haben die Radiumlarven ein unförmliches Aussehen. Ihre Bauchgegend ist infolge einer allmählich eintretenden Wassersucht trommelartig aufgetrieben. Die Bauchwand ist sehr verdünnt und durchsichtig, so daß man das Herz und den Darmkanal durch sie deutlich hindurchschimmern und das Schlagen des Herzens sieht. Der wenig entwickelte und noch wenig gegliederte Kopf bildet einen gewöhnlich dorsalwärts emporgerichteten Höcker; das Schwanzende, welches von einem durchsichtigen Flossensaum umhüllt wird, ist unter stumpfem oder sogar rechtem Winkel über die Rückenfläche nach oben gekrümmt. Die Larve bildet daher einen dorsalwärts offenen Halbring.

Nach der Befreiung aus der Gallerthülle behalten die Larven ihre zusammengekrümmte Form bei; sie bleiben fast unbeweglich im Wasser liegen. Wenn ihre Oberfläche mit einer Nadelspitze berührt wird, treten einige zitternde, konvulsivische Bewegungen des Rumpfes und des Schwanzes ein, auf die nach kurzer Dauer wieder vollkommene Bewegungslosigkeit folgt. Berührung und Zuckung sind gewöhnlich durch ein verschieden langes Intervall voneinander getrennt. Wenn man die Larven nach ihrer Befreiung aus der Gallerte einige Tage im Wasser lebend erhält, so fallen die Bewegungen bei Reizung mit der Nadel von Tag zu Tag schwächer aus. Die Erklärung für das abnorme Verhalten gewinnt man durch die Untersuchung von Schnittserien. Einzelne innere Organe haben als Nachwirkung der Radiumbestrahlung hochgradige Veränderungen erfahren. In erster Linie zeigt sich das Zentralnervensystem, Gehirn und Rückenmark, nach ihm die Sinnesorgane und die Muskulatur geschädigt. Bei längerer Dauer der Radiumwirkung hat sich überhaupt kein funktionsfähiges Hirn- und Rückenmark entwickelt, vielmehr haben sich die zu ihrer Anlage bestimmten Zellen in eine eigentümliche Gewebsmasse aufgelöst, die aus locker zusammenliegenden Rundzellen ohne feste Anordnung und Struktur besteht. Die Rundzellen sind sehr verschieden groß und schließen in verschiedener Weise veränderte Kerne sehr ungleicher Größe ein. Ab und zu sind auch einzelne Mitosen anzutreffen. Auf kurzen Strecken finden sich Reste eines von epithelartig angeordneten Zellen abgegrenzten Zentralkanals vor. Bei den höheren Graden der Schädigung werden auch die Anlagen von den Augen und Gehörbläschen ganz vermißt, oder man beobachtet von den Gehörbläschen nur Spuren in Form von kleinen Hohlräumen, die von epithelartig zusammenschließenden

Zellen umgrenzt, in der oben charakterisierten, pathologischen Gewebeplatte liegen. Desgleichen haben sich in derartigen extremen Fällen aus den Muskelplatten keine embryonalen Muskelfasern oder nur wenige an einzelnen Stellen entwickelt; die für sie bestimmten Zellen sind auch in eine Masse undifferenzierter Rundzellen, die verschiedene Grade von Kerndegenerationen zeigen, umgewandelt.

Viel weniger haben alle übrigen Organ- und Gewebsanlagen, manche vielleicht auch gar nicht, unter der Radiumwirkung gelitten. Stets wird die Chorda unter der Gewebsmasse, welche das degenerierte Zentralnervensystem repräsentiert, als ein scharf abgegrenzter Strang von großen, blasigen Zellen angetroffen; sie erreicht zuweilen größere Dimensionen als bei den normal gebildeten Kontrollarven und nimmt in der Rückengegend nicht selten eine sehr oberflächliche Lage ein. Der Darmkanal und unter ihm der Herzschlauch sind in normaler Weise angelegt. Der Urnierengang und die Vornierenkanälchen werden nicht vermißt und sind zuweilen sogar mit weiterem Lumen als gewöhnlich versehen. In der Epidermis schließen die Zellen zum Epithel dicht aneinander, doch sind auf ihr bei stärker geschädigten Larven kleine Exkreszenzen hier und da entstanden. Die Haftnäpfe fallen an dem sonst ungegliederten Kopf durch ihre Größe besonders auf und sind aus langgestreckten Zylinderzellen zusammengesetzt. Das Gallertgewebe ist am Kopf und Flossensaum eher reichlicher als an normalen Tieren ausgebildet und zeigt sternförmige, zum Teil pigmentierte Zellen in der schleimigen Grundsubstanz verteilt.

Bei kürzerer Dauer der Radiumbestrahlung und entsprechend geringerer Schädigung bleibt Hirn- und Rückenmarksrohr von der Umgebung besser abgegrenzt, und auch der Zentralkanal in ihm tritt in der Schnittserie überall hervor. Aber die histologische Differenzierung in Ganglienzellen und die Differenzierung von Nervenfibrillen ist nur an einzelnen Strecken erfolgt, an anderen Stellen unterblieben, an denen die obenerwähnten, locker verbundenen Rundzellen mit ihren degenerierten Kernen liegen. Dann sind auch Hörbläschen und Augenbecher mit Linse vorhanden; aber das Retinablatt zeigt ebenfalls in größerer Zahl pathologisch veränderte Zellen.

Ohne auf Einzelheiten der Organentwicklung, über welche die begonnenen histologischen Untersuchungen infolge anderer unaufschiebbarer Arbeiten noch nicht zu Ende geführt werden konnten, weiter einzugehen, läßt sich aus den gesammelten Beobachtungen doch schon das allgemeine Ergebnis gewinnen, daß unter der Radiumbestrahlung besonders die embryonalen Zellen leiden, welche sich in die höheren animalen Gewebe, in Ganglienzellen und Muskelfasern differenzieren. Ihr Vermögen, Nerven- und Muskelfibrillen abzusondern, scheint in

erster Linie geschädigt zu werden. Dagegen zeigen die Embryonalzellen, die sich in vegetative Gewebe umwandeln, in Stützgewebe, Gallerte, Chorda, in Deckepithel, in Darm und Drüsen (Vorniere, Vornierengang), eine größere Resistenz gegen die Radiumwirkung. Eine selektive Wirkung auf das embryonale Zellmaterial ist also auf Grund der von mir gemachten und mitgeteilten Beobachtungen wohl unverkennbar. Ferner scheint mir die Radiumstrahlung mehr auf die Kernsubstanzen als auf das Protoplasma schädigend einzuwirken und in ihnen den Anstoß zu degenerativen Veränderungen zu geben. Im höchsten Grade bemerkenswert ist ferner die Tatsache, daß die Radiumwirkung sich nicht unmittelbar während der Bestrahlung im Leben der Zelle äußert, sondern erst nach einer längeren Latenz, nachdem die Bestrahlung schon lange Zeit nicht mehr eingewirkt hat. Die Nachwirkung ist endlich von Dauer. Die durch Radium geschädigte Zelle scheint sich nicht wieder zu erholen und zur Norm zurückkehren zu können, aber sie stirbt auch nicht unmittelbar und bald ab. Von der Entwicklung mit den übrigen Zellen ausgeschaltet, führt sie ein Leben für sich und bildet etwas Fremdartiges zwischen den Zellen, die an der normalen Entwicklung teilnehmen und sich in Organe und Gewebe zu differenzieren fortfahren.

Wenn man durch Radium geeignete Embryonalstadien von Amphibieneiern in passender Weise bei richtig gewählter Intensität und Dauer bestrahlen läßt, kann man nervenlose und muskellose Monstra erhalten, an denen die übrigen Organsysteme und Gewebe sich weiterentwickelt haben. Wie lange Zeit solche Monstra unter günstigen Bedingungen lebensfähig sind, wurde nicht festgestellt, da sie zum Zweck histologischer Untersuchung, solange sie Lebenszeichen gaben, mit Reagenzien konserviert wurden.

2. Bestrahlung reifer Samenfäden vom Seeigel und Frosch vor ihrer Verwendung zur Befruchtung der Eier.

Nachdem die dargestellten Experimente mir gelehrt hatten, daß schon eine kurze Bestrahlung mit Radium während 15, 10 und sogar nur 5 Minuten den Entwicklungsgang befruchteter Eier in hohem Grade und stets in störender Weise beeinflußt, legte ich mir die Frage vor, ob nicht Samenfäden, die vor der Befruchtung mit Radium eine Zeitlang bestrahlt worden sind, die Entwicklung normaler unbestrahlter Eier, die durch sie befruchtet werden, beeinflussen müssen. Für die Lösung dieser Frage schienen mir die Geschlechtsprodukte der Seeigel besonders geeignet. Da es mir zur Zeit nicht möglich war, Versuche zur Prüfung der aufgeworfenen Frage an der Meeresküste

selbst vorzunehmen, ließ ich mir während der Pfingstferien einige Gläser mit lebenden Exemplaren von *Strongylocentrotus* von dem zoologischen Aquarium in Rovigno nach Berlin senden: ferner bezog ich in der ersten Hälfte des August mehrere Sendungen von *Echinus miliaris* durch Vermittlung der zoologischen Station in Helgoland aus Norderney. Bei guter Durchlüftung kleiner Seewasseraquarien ließen sich die Seeigel, ohne daß ihre Geschlechtsprodukte geschädigt wurden, in einem für die Untersuchung geeigneten Zustand wenigstens eine Reihe von Tagen erhalten.

Die Versuche wurden in der Weise angestellt, daß nach Eröffnung der männlichen Tiere durch einen Druck auf den Hoden der reife Samen aus dem Samenleiter ausgepreßt wurde. In einem Uhrschälchen wurde die dicke Milch mit 2—3 Tropfen Meerwasser ein wenig verdünnt und von dieser Mischung auf 2 hohle Objektträger je ein Tropfen gebracht. Beide Objektträger wurden in die feuchte Kammer gestellt, um eine Eintrocknung des Samens zu verhindern. Der eine von ihnen wurde zur Bestrahlung des Samentropfens mit einer Radiumkapsel bedeckt. Die Bestrahlung wurde in den einzelnen Experimenten entweder $\frac{1}{2}$ oder 1, 2, 4 Stunden vorgenommen, in einzelnen Fällen wurde sie sogar auf 16—23 Stunden ausgedehnt.

Bei starker Vergrößerung untersucht zeigen im konzentrierten Samen die einzelnen Spermatozoen keine Bewegung; dieselbe stellt sich aber sofort ein, wenn der Samentropfen mit Meerwasser verdünnt wird, vorausgesetzt, daß die zum Versuch verwandte Milch einem laichreifen und gesunden, durch den Transport nicht geschädigten Männchen entnommen worden war. Sogar bei 23stündiger Bestrahlung mit Radium trat nach Wasserzusatz sofort die lebhafteste, tumultuarische Bewegung der Samenfäden ebenso wie in der nicht bestrahlten Kontrollprobe ein. Ich war überrascht, daß eine so lange Einwirkung nicht den Tod herbeigeführt hatte. Bei der Lebhaftigkeit der Bewegung ließ sich von vornherein erwarten, daß die bestrahlten Samenfäden auch die Eier befruchten würden. Dies war in der Tat auch der Fall. Es machte keinen Unterschied aus, ob die in Uhrschälchen mit Meerwasser gesammelten Eier, sofern sie nur von einem laichreifen, gesunden Weibchen abstammten, mit dem Samen der Kontrollproben oder mit dem Samen, der $\frac{1}{2}$, 1, 2 und 4 oder sogar 16—23 Stunden mit Radium bestrahlt worden war, vermischt wurden. In allen Fällen trat wenige Minuten nach dem Samenzusatz als erstes, leicht erkennbares Zeichen der erfolgten Befruchtung die Bildung und die Abhebung der Dotterhaut an den Eiern ein. Die Fähigkeit der Samenfäden zur Befruchtung der Eier hat also weder durch die 16—23stündige Aufbewahrung im hohlgeschliffenen

Objektträger in der feuchten Kammer, noch durch die gleich lange Bestrahlung mit Radium gelitten. Dagegen machen sich im weiteren Verlauf der Entwicklung auffällige Unterschiede zwischen den Eiern bemerkbar, je nachdem sie von den bestrahlten oder den nicht bestrahlten, zu Kontrollversuchen reservierten Samenfäden befruchtet worden waren. Ferner ergaben sich Differenzen in der Entwicklung des Eimaterials, je nachdem es mit Samen befruchtet wurde, der vorher $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4 oder 16—23 Stunden lang der Radiumeinwirkung ausgesetzt worden war.

Eier, die mit Samen befruchtet wurden, der eine halbe oder ganze Stunde mit Radium bestrahlt worden war, teilten sich in 2, 4 und 8 Stücke zu gleicher Zeit mit den normal befruchteten Kontrolleiern. Hatte dagegen die Radiumbestrahlung des Samens 2—4 Stunden betragen, so blieben die mit ihm befruchteten Eier schon bei den ersten Teilungen hinter den Kontrolleiern, wenn auch nur wenig, zurück. Jeder Teilprozeß dauerte bei ihnen etwas mehr Zeit, als es der Norm entspricht. Auf späteren Stadien macht sich die Verlangsamung des Entwicklungsprozesses immer mehr und dann auch bei dem Eimaterial bemerkbar, bei welchem der Samen nur eine halbe oder eine ganze Stunde bestrahlt worden war. Denn zur Zeit, wo die Kontrolleier sich schon in Keimblasen umgewandelt haben, zu flimmern beginnen, zur Oberfläche des Wassers emporsteigen und sich hier hurtig herumtummeln, stehen die mit Radium-Samen, wie ich mich der Kürze wegen ausdrücken will, befruchteten Eier noch auf dem Morulastadium.

Besonders aber macht sich die Radiumwirkung zur Zeit geltend, wenn die Kontrolleier sich in Gastrulae und Plutei umgewandelt haben. Dieselben waren, trotzdem die Experimente nicht unter den günstigsten Bedingungen, wie sie nur das Arbeiten an der Meeresküste bietet, ausgeführt wurden, von wenigen Exemplaren abgesehen, durchaus normal entwickelt; sie wurden wenigstens noch eine Woche am Leben erhalten und nur fortgeschüttet, um die Kulturgefäße wieder für andere Zwecke benutzen zu können.

Aus dem Material dagegen, das mit den radiumbestrahlten Samenfäden befruchtet worden war, entstanden nur mehr oder minder pathologische Keimblasen. Ihr Blastocoel war anstatt mit durchsichtiger Gallerte mit kleineren und größeren trüben Kugeln erfüllt, die aus dem Oberflächenepithel nach innen ausgetreten waren. Bei höheren Graden bildete der Gallertkern eine undurchsichtige, körnige Masse. In ähnlicher Weise pathologisch veränderte Keimblasen treten auch bei vielen andern Schädigungen auf, die das unbefruchtete oder befruchtete Ei erfahren hat; sie sind zuerst von meinem Bruder und

mir beobachtet und wegen des von Körnern durchsetzten und dadurch kompakt gewordenen Gallertkerns als Stereoblastulae beschrieben worden. Da ihr Oberflächenepithel auch Flimmern entwickelt, führen sie rotierende Bewegungen aus, sind aber nicht imstande, dadurch wie gesunde Keimblasen zur Oberfläche des Wassers emporzusteigen, mit Ausnahme weniger Exemplare, welche die beschriebene Veränderung in geringerem Grade zeigen. Sie bleiben daher entweder auf dem Boden liegen oder bewegen sich nur langsam in der Bodenschicht des Gefäßes fort.

Eine weitere Folge der gestörten Entwicklung ist das Ausbleiben der Gastrulation. In ihrer Mehrzahl entwickeln sich die Stereoblastulae nicht weiter und beginnen nach 1—2 Tagen abzusterben und zu zerfallen, zur Zeit, wo in den Kontrollkulturen sich die Gastrulae schon zu typischen Plutei mit ihrem Kalkskelett umgewandelt haben. Nur einzelne Exemplare, deren Gallerte von wenigen ausgetretenen Körnern durchsetzt ist und daher einen Übergang zu normalen Keimblasen bilden, zeigen Ansätze zur Einstülpung des Urdarms. Noch spärlichere Formen beginnen auch die Umwandlung zum Pluteus, der aber dann mehr oder minder verkrüppelt bleibt. In meinen zahlreichen Versuchen ist es mir nie gelungen, aus Eiern, die mit radiumbestrahlten Samenfäden befruchtet worden waren, auch nur wenige normale Plutei zu züchten; in ausgesprochenem Gegensatz zu den Kontrollversuchen gingen in allen Radiumkulturen die Eier gewöhnlich auf dem Stadium der Stereoblastula, wenige auf dem Stadium der begonnenen Gastrulation und noch weniger als verkrüppelte Plutei zugrunde. Die Schädigung der Eier, deren Entwicklung in normaler Weise begonnen hatte, und ihr Zerfall machte sich im allgemeinen um so früher bemerkbar, je längere Zeit die Bestrahlung der zur Befruchtung verwandten Samenfäden gedauert hatte. Wenn daher auch die Samenfäden infolge der Bestrahlung keine Veränderung in ihrem Verhalten, weder morphologisch noch physiologisch, erkennen lassen, so können uns doch die von ihnen befruchteten Eier gleichsam als Reagens dienen, durch das wir den Grad der Radiumwirkung, den sie erfahren haben, abzuschätzen in den Stand gesetzt werden.

Besonders deutlich tritt dies hervor bei der Entwicklung solcher Eier, die mit Samen befruchtet wurden, der 16—20 Stunden lang ohne Unterbrechung bestrahlt worden war. Während nach 2 Stunden alle Kontrolleier in normaler Weise in 2 Hälften geteilt und schon in Vorbereitung zur Vierteilung begriffen waren, waren alle zum Radiumexperiment verwandten Eier noch ungeteilt und ließen bei mikroskopischer Untersuchung im lebenden Zustande noch einen großen bläschenförmigen, etwas ovalen Kern mit 2 Strahlensystemen an beiden

Enden erkennen. Nach 4 Stunden 20 Minuten, von der Vornahme der Befruchtung an gerechnet, ist bei der Kontrollzucht der Furchungsprozeß schon so weit fortgeschritten, daß vielzellige Morulae mit größerer zentraler Höhle entstanden sind.

Dagegen bieten die Radiumeier einen ganz abweichenden Anblick dar. Einige von ihnen sind auch jetzt noch ungeteilt, zeigen aber bei mikroskopischer Betrachtung an vielen Stellen in ihrem Protoplasma Strahlensysteme; wenige Eier sind in anscheinend normaler Weise, wenn auch sehr verspätet, in 2 Hälften zerfallen, alle übrigen bieten den Anblick der Knospenfurchung dar, welche mein Bruder und ich vor vielen Jahren zuerst an pathologisch veränderten Seeigeleiern beobachtet und beschrieben haben. Das heißt: an verschiedenen Stellen der Oberfläche des Eies schneiden unregelmäßige Furchen mehr oder minder tief in den Dotter ein, ohne ihn vollständig zu zerlegen. Das Ei ist daher mit größeren und kleineren kugligen Vorwölbungen bedeckt, die in ihrem Innern Strahlensysteme einschließen, aber nach der Eimitte zu noch untereinander durch breite Substanzbrücken zusammenhängen. $2\frac{1}{2}$ Stunde später ($6\frac{3}{4}$ Stunden nach der Befruchtung) hat auch die Knospenfurchung zu einer Zerlegung des Eies in eine Anzahl von Embryonalzellen geführt, aber im Vergleich zur Kontrollzucht ein sehr verschiedenes Resultat geliefert. In der Kontrollzucht sind jetzt lauter gleichartig entwickelte, flimmernde Keimblasen mit kleinen Zylinderzellen entstanden; hier dagegen sind die Eier erst in wenige kuglige Embryonalzellen, die sich durch Größe oft sehr voneinander unterscheiden, zerlegt. Größere Zellkugeln zeigen noch Knospenfurchung und mehrfache Strahlungen. Einzelne weiter in der Entwicklung vorgeschrittene Eier bilden Morulae, die nicht selten in ihrer einen Hälfte aus wenigen großen Zellen, in ihrer andern aus viel kleineren Elementen bestehen.

Nach 24 Stunden sind die Radiumeier in vollem Zerfall. Der Boden des Glasgefäßes ist mit unzähligen kleinen Kügelchen bedekt, die vom Zerfall der pathologischen Morulae und Blastulae herrühren oder von einzelnen Zellhaufen, die zuweilen noch eine große, helle Zelle einschließen. Nur wenige Stereoblastulae, deren Gallertkern ganz schwärzlich aussieht, flimmern noch träge in den tieferen Wasserschichten herum. Im Kontrollversuch dagegen schwimmen Scharen von Gastrulae an der Wasseroberfläche herum und beginnen sich schon zu Plutei umzuwandeln.

Das allgemeine Ergebnis aus diesen Versuchen läßt sich wohl kurz in folgende Sätze zusammenfassen: Die Veränderungen, welche der Samenfaden in seiner Konstitution durch kürzer oder länger ausgedehnte Radiumbestrahlung erfahren hat, werden durch die Befruchtung

auf das Ei übertragen und rufen in ihm eine Reihe intensiverer Störungen hervor. Die Größe derselben steht zur Stärke und Dauer der Radiumbestrahlung der Samenfäden in Proportion. Auffällig ist die Intensität der vom Samenfaden ausgehenden Wirkung, wenn man bedenkt, wie verschwindend klein die Substanzmenge des Samenfadens im Vergleich zu der vieltausendmal größeren Masse des Eies ist. Die Wirkung ist eine entsprechend große wie bei der Infektion eines Tieres durch ein verschwindend kleines Bakterium. Der Vergleich läßt sich noch weiter ausführen. Denn wie die Bakterienwirkung durch die Vervielfältigung des Contagium vivum verständlicher wird, so auch hier die Wirkung des Samenfadens dadurch, daß seine im Samenkern enthaltene chromatische Substanz sich durch Mitose vermehrt, und daß bei den Zellteilungen daher eine jede Zelle radiumbestrahlte Chromatinteilchen erhält, die das umhüllende Protoplasma in seiner Lebenstätigkeit beeinflussen müssen.

Der hier eingeschlagene Weg des Experimentierens scheint mir zu einiger Hoffnung zu berechtigen, auf ihm auch bei weiterem Vordringen zur Aufklärung des Problems der Vererbung einen Beitrag liefern zu können. Durch die Radiumbestrahlung erwirbt der Samenfaden ohne Frage als Folge der direkten Einwirkung eines Faktors der Außenwelt eine neue Eigenschaft; er wird in irgendeiner Weise in seiner Konstitution nicht unerheblich verändert, wenn auch die Veränderung sich an ihm selbst morphologisch-mikroskopisch nicht nachweisen läßt. Durch die Befruchtung wird sein Neuerwerb auch auf das Ei übertragen oder, wie man gewöhnlich sagt, vererbt. Denn das ursprünglich gesunde Ei wird ein in seiner weiteren Entwicklung unter Radiumwirkung stehendes Ei. Es verhält sich so, als ob es selbst vom Radium bestrahlt worden wäre.

Wie die mikroskopische Untersuchung der bestrahlten Eier und Gewebe lehrt und wie auch schon von verschiedenen Forschern bemerkt worden ist, scheint die Kernsubstanz der Zelle in weit höherem Grade als das Protoplasma durch die Radiumstrahlen beeinflußt und verändert zu werden. Bei Befruchtung der Eier mit bestrahltem Samen sind meiner Meinung nach alle abnormen Entwicklungsvorgänge im Ei nur auf den Samenkern zurückzuführen. Seine chromatische Substanz ist es ja nur allein, welche sich durch Karyokinese Schritt für Schritt vermehrt und dadurch verständlich macht, daß schließlich die Radiumwirkung sich allen Embryonalzellen mitteilt. Dadurch wird im Laufe der Entwicklung die Radiumwirkung kumuliert, wie bei einer Infektionskrankheit das in kleiner Quantität unschädliche Contagium vivum erst durch seine Vermehrung und im Verhältnis zur Größe derselben krankheitserregend wirkt und das Leben des infizierten Organismus

unter Umständen vernichtet. So läßt sich die Wirkung, welche von den Samenfäden nach ihrer Bestrahlung mit Radium auf die Entwicklung der Eizelle ausgeübt wird, an die zahlreichen anderen Argumente anreihen, welche sich zugunsten der Hypothese verwerten lassen, daß die Kerne die Träger des Nägelischen Idioplasma oder der bei der Vererbung von Eigenschaften besonders wirksamen Substanzen sind[1].

Ich behalte mir vor, auf die Veränderungen, die sich am Ei- und Samenkern und an den von ihnen abstammenden Kernen der Embryonalzellen durch mikroskopische Untersuchung der Seeigeleier, mit der ich noch beschäftigt bin, feststellen lassen, in nächster Zeit noch näher einzugehen.

Bei der Wichtigkeit der angeregten Fragen schien es mir von Wert, die Wirkung, welche die Bestrahlung des Samens durch Radium auf das durch ihn später befruchtete Ei ausübt, auch noch an anderen Objekten zu untersuchen. Ich benutzte hierzu den grünen Wasserfrosch, konnte aber wegen der vorgeschrittenen Jahreszeit, da das Laichgeschäft im Juni schon so gut wie beendet war, nur ein brauchbares Pärchen erhalten. Auch die an diesem Material ausgeführten Versuche führten zu Ergebnissen, die mit den an Seeigeln gewonnenen in guter Übereinstimmung stehen.

[1] Man vergleiche hierüber: 1. Oscar Hertwig, Allgemeine Biologie, III. Aufl., 1909, Kap. 13 »Der Kern als Träger der erblichen Anlagen« S. 398—416. 2. Derselbe, »Der Kampf um Kernfragen der Entwicklungs- und Vererbungslehre«. Jena 1909.

Ausgegeben am 3. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1910.
XII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

3. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

Hr. Penck las über eine Klimaclassification auf physiogeographischer Grundlage.

Der Vortragende unterscheidet ein nivales, humides und arides Landklima auf Grund der Schicksale des auf dem Lande gefallenen Niederschlages und zerlegt jedes dieser drei Klimareiche nach gleichem Gesichtspunkte in mehrere, insgesammt acht Klimaprovinzen, nämlich in die voll- und seminivale, in die polare. subnivale, vollhumide und semihumide, in die voll- und halbaride.

Versuch einer Klimaklassifikation auf physiogeographischer Grundlage.

Von Albrecht Penck.

An Stelle der im Altertum üblich gewesenen Einteilung der Erdoberfläche in einzelne, durch die geographische Breite der Orte bestimmten Klimazonen sind in neuerer Zeit verschiedene Klassifikationen des Klimas getreten, welche von den Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen ausgehen; aber die Begrenzung der einzelnen Klimagebiete ist dabei von sehr verschiedenem Standpunkte aus vorgenommen worden. A. Supan[1] rückte einen geographischen in den Vordergrund und stellte sich die Frage, welche Erdräume ein mehr oder weniger gleichartiges Klima besitzen und gelangte zur Aufstellung von anfänglich 34, später 35 Klimaprovinzen, die in erster Linie als geographische Einheiten zu betrachten sind. Sie weichen in der Tat nur wenig von den natürlichen Gebieten ab, in welche Herbertson[2] die Landoberfläche bei gleicher Berücksichtigung von Klima und Oberflächengestaltung zerlegte. Schärfer hat R. Hult[3] den klimatologischen Standpunkt betont, und in einer wenig beachteten[4] Arbeit 33 Klimareiche unterschieden, deren Grenzen er in erster Linie nach den Temperaturverhältnissen, in zweiter nach den Niederschlags- und Windverhältnissen zog. So erhielt er 9 größere Klimagebiete, diese aber teilte er dann wieder nach geographischem Standpunkte in einzelne Reiche, deren er 33 unterschied, und von denen er die meisten weiter in Provinzen zerlegte. Noch schärfer kommt der klimatologische Gesichtspunkt bei W. Köppen[5] zur Geltung. Sein sehr bemerkenswerter Versuch einer

[1] Grundzüge der physischen Erdkunde. Leipzig, 1. Aufl., 1884, S. 129; 4. Aufl., 1908, S. 227.

[2] The major natural regions. The Geographical Journal, 1905, I, S. 300.

[3] Jordens Klimatområden. Försök till en indelning af jordytan efter klimatiska grunder. Vetenskapliga Meddelanden af Geografiska Föreningen i Finland I, 1892—1893, S. 140.

[4] Sie wird gewürdigt von Robert de C. Ward in The Classification of Climate II. Bulletin American Geographical Society. XXXVIII. 1906.

[5] Versuch einer Klassifikation der Klimate vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. Geographische Zeitschrift, VI, 1901, S. 593 (610).

Klassifikation der Klimate nimmt eine scharfe Sonderung der Klimaprovinzen auf Grund der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse vor, und zwar dienen bald die einen, bald die anderen bei Ziehung der Grenzen. Er wählt dann sowohl die Isothermen und die geringsten Niederschlagsmengen einzelner Monate als auch die Temperaturunterschiede des wärmsten und kältesten Monats. Pflanzengeographische Tatsachen bestimmen ihn bei dieser willkürlich scheinenden Auswahl, und er unterscheidet 24 Klimate, die sich nicht auf bestimmte geographische Räume beschränken und auf verschiedenen Teilen der Erde wiederkehren können. Jedes Klima benennt er nach einer charakteristischen Pflanze oder nach einem charakteristischen Tiere; so spricht er der Kürze halber von einem Baobabklima in Afrika und Südamerika, ohne damit sagen zu wollen, daß der Baobabbaum in Südamerika vorkommt. Auf ähnlicher Grundlage, wie die Köppensche Klimaklassifikation, beruht die in jüngster Zeit von E. de Martonne[1] aufgestellte. Letzterer legt jedoch weniger Gewicht auf die pflanzengeographische Bedeutung der einzelnen Grenzen und nennt die 30 unterschiedenen Klimate nicht nach charakteristischen Pflanzen, sondern nach Gebieten, in denen sie herrschen. So hat er ein chinesisches Klima sowohl in China als auch in Ostaustralien, im Osten von Südafrika, Süd- und Nordamerika.

Die letzterwähnten Klassifikationen setzen eine genaue Kenntnis der einzelnen Elemente des Klimas, der Temperaturen und Niederschläge voraus und beruhen auf den Ergebnissen von meteorologischen Beobachtungen, von denen einige bestimmte zur Charakteristik der Klimagebiete oder zu ihrer Abgrenzung ausgewählt werden. Es erscheint aber auch auf dem Lande möglich, das Klima selbst, d. h. das Zusammenwirken aller atmosphärischen Verhältnisse, einer Klimaeinteilung zugrunde zu legen; denn es drückt der Landoberfläche eine so charakteristische Beschaffenheit auf, daß es möglich wird, hier ganze Klimagebiete voneinander zu scheiden, ohne von langen meteorologischen Beobachtungsreihen auszugehen. Vermittelt wird der Einfluß des Klimas auf die Beschaffenheit der Landoberfläche vor allem durch die Schicksale, die der gefallene Niederschlag hier erleidet. Ob er sich in Gestalt von Flüssen oder Gletschern fortbewegt, ist wesentlich vom Klima abhängig, nachdrücklich hat namentlich A. Woeikof[2] die Flüsse als Produkte des Klimas hingestellt. Folge des Klimas ist ferner, ob der Niederschlag gänzlich verdunstet und das Land daher wasserlos wird.

[1] Traité de géographie physique. Paris, 1909, S. 205.

[2] Flüsse und Landseen als Produkte des Klimas. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde. Berlin 1885, S. 92. Die Klimate der Erde. Jena 1887, S. 39.

Auf der Landoberfläche sondern sich hiernach drei verschiedene klimatische Hauptprovinzen oder Klimareiche:

I. Das humide Klima, in welchem mehr Niederschlag (N) fällt, als durch die Verdunstung (V) entfernt werden kann, so daß ein Überschuß in Form von Flüssen (F) abfließt.

II. Das nivale Klima, in dem mehr schneeiger Niederschlag (S) fällt, als die Ablation (A) an Ort und Stelle entfernen kann, so daß eine Abfuhr durch Gletscher (G) erfolgen muß.

III. Das aride Klima, in dem die Verdunstung allen gefallenen Niederschlag aufzehrt, und noch mehr aufzehren könnte, also auch einströmendes Flußwasser zu entfernen vermag.

Wir können diese drei Klimate durch folgende Gleichungen cha rakterisieren:

$$\text{I. } N - V = F > 0. \qquad \text{II. } S - A = G > 0. \qquad \text{III. } N - V < 0.$$

Unsere drei Hauptprovinzen werden durch zwei wichtige Grenzen voneinander geschieden, von denen die eine durch das Gleichgewicht von Verdunstung und Niederschlag, die andere durch das von schneeigem Niederschlag und Ablation gekennzeichnet ist. Die letztere Grenze ist die bekannte Schneegrenze (SG), für sie gilt

$$S = A;$$

die andere Grenze sei als die Trockengrenze (TG) der Erde bezeichnet, für sie ist

$$N = V.$$

Die Schneegrenze hat seit langem die Aufmerksamkeit erregt; sie trennt die konstant beschneiten Gebiete von den »aper« werdenden, also nur zeitweilig vom Schnee bedeckten Teilen des Landes; sie fällt daher im Landschaftsbilde sehr auf. Gleichwohl haben in neuerer Zeit eingehende Erörterungen über die Bestimmung ihrer Lage stattgefunden, und es sind sogar Zweifel an ihrer Realität ausgesprochen worden. Ihre Lage ist in der Tat keine konstante, sie wechselt von Jahr zu Jahr, je nachdem Ablation und Schneefall sich ändern, aber sie oszilliert im Laufe der Jahre um eine bestimmte Mittellage. Diese knüpft sich keineswegs an eine bestimmte Isohypse: man findet die Schneegrenze in ein und demselben Gebiete vielfach in recht verschiedenen Höhen, je nach der wechselnden Exposition und Oberflächengestaltung, welche hier das Zusammenwehen von Schnee begünstigt und dort hindert. Es hat sich daher die Notwendigkeit ergeben, an Stelle der lokalen, beobachtbaren Einzelhöhen der Schneegrenze die ideale Höhe der klimatischen Schneegrenze für ein bestimmtes Gebiet einzuführen, nämlich die Höhe, oberhalb welcher die auf horizontaler Fläche innerhalb eines

Jahres gefallene Schneemenge den Betrag der Ablation übersteigt. Dieser Wert ist für den Vergleich der Schneegrenzhöhen verschiedener Gebiete von Bedeutung; aber für die Abgrenzung der nivalen und humiden Gebiete spielt die lokale Schneegrenze die maßgebende Rolle. Für sie gilt unter lokalen Verhältnissen dasselbe wie von der klimatischen Schneegrenze bei horizontaler Oberfläche, nämlich daß oberhalb von ihr mehr Schnee fällt, als geschmolzen werden kann. Ihre Lage ist also bestimmt durch eine Summe schneeigen Niederschlages und durch eine Summe von Temperaturen über 0°. Doch kommen für letztere Summe keineswegs alle Temperaturen von über 0° in Betracht. Die Tageswärme von über 0°, die den Schnee oberflächlich schmelzen macht, mindert die Schneedecke so lange nicht, als die Schmelzwasser in letzterer während der Nacht wieder gefrieren. Nur anhaltende Wärmetage zehren am Schnee. Daher setzte FINSTERWALDER[1] die Ablation im großen und ganzen proportional der schneefreien Zeit und der mittleren Temperatur über dem Gefrierpunkt während derselben, und KUROWSKI[2] erachtete sie proportional der Dauer und der mittleren Temperatur der Jahreszeit, während welcher die Temperatur über 0° ist. Aber der einzige einschlägige Versuch, danach rechnerisch die gegenseitigen Beziehungen zwischen schneeigem Niederschlag und Mitteltemperatur und Dauer der frostfreien Zeit zu bestimmen, ergab bereits für benachbarte Gletscher ansehnlich voneinander abweichende Werte[3], und wir sind heute noch recht weit von einer genauen Kenntnis der meteorologischen Einzelelemente entfernt, welche die Lage der Schneegrenze bestimmen. Sie ist ein Produkt aus verschiedenen, noch nicht hinreichend gekannten Faktoren.

Weniger auffällig als die Schneegrenze ist die Trockengrenze der Erde. Gegen sie hin werden die humiden Gebiete ärmer und ärmer an Flüssen; endlich hören letztere ganz auf, und das aride Gebiet ist erreicht. Von einer irgendwie scharfen Grenze ist nicht die Rede, aber die Schärfe ist überhaupt nicht das Wesen der geographischen Grenze: sie ist kaum je eine Linie, sondern fast immer ein mehr oder weniger breiter Streifen. Auch ist unverkennbar, daß die Lage dieses Streifens ebenso merklich durch die Bodenbeschaffenheit beeinflußt wird wie die Lage der Schneegrenze durch die Exposition; auf permeablem Boden verschwinden die Flüsse eher als auf impermeablem. Dazu kommt, daß die ariden Gebiete keineswegs absolut flußlos sind;

[1] FINSTERWALDER und SCHUNCK. Der Suldenferner. Zeitschr. des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins 1887, S. 70 (82).

[2] Die Höhe der Schneegrenze. Geogr. Abh. V_1, S. 115 (129).

[3] FRITZ MACHAČEK. Zur Klimatologie der Gletscherregion der Sonnblickgruppe. VIII. Jahresbericht des Sonnblickvereins für 1899, S. 24.

jeder stärkere Regenguß ist von oberflächlichem Abfließen des Wassers begleitet, aber dies Abfließen ist keine regelmäßige Erscheinung, sondern es erfolgt immer nur zeitweilig. Man hat es mit Torrenten und nicht mit echten Flüssen zu tun. Ferner fließen Flüsse häufig aus den humiden Gebieten in die ariden hinein. Während sie aber in den ersteren allmählich anwachsen, schwinden sie in den letzteren dahin. Obwohl wesentlich anderer Art als die der humiden Gebiete, sind die Gerinne der ariden Gebiete nicht immer leicht von denen der letzteren zu trennen. Aber diese Schwierigkeit kann nicht hindern, die Trockengrenze als eine der wichtigsten natürlichen Grenzen auf der Landoberfläche anzusehen und zu versuchen, ihren Verlauf festzulegen. Das ist bisher noch nicht geschehen, und wir sind daher auch nicht über die klimatischen Faktoren genauer unterrichtet, die ihn bestimmen. Doch haben sich einzelne Anhaltspunkte dafür bei den Untersuchungen über das gegenseitige Verhältnis von Niederschlag (N) und Abfluß (F) in humiden Gebieten ergeben. Sie ließen erkennen, daß dies Verhältnis nicht, wie früher angenommen, an einem Flusse durch einen bestimmten Abflußfaktor gekennzeichnet ist, sondern annähernd durch eine Formel von folgender Gestalt ausgedrückt werden kann[1]

$$F = (N - N_0)x,$$

worin N_0 eine für benachbarte Flüsse wenig veränderliche Größe, x einen echten Bruch bedeutet. Falls diese Formel eine Extrapolierung gestattet, tritt Abflußlosigkeit für das betreffende Flußgebiet ein, wenn

$$N = N_0$$

wird. Die Größe N_0 gibt uns also die Niederschlagshöhe an, bei welcher in humiden Gebieten Abflußlosigkeit eintritt. Sie läßt sich nach den Untersuchungen von Axel Wallén[2] für das mittlere Schweden zu 100 mm entnehmen; wiederholt ist sie für Mitteleuropa berechnet worden; die erhaltenen Werte[3] bewegen sich um 420—430 mm. End-

[1] A. Penck, Untersuchungen über Verdunstung und Abfluß von größeren Landflächen. Geographische Abhandlungen V 5, 1896, S. 461.

[2] Régime hydrologique du Dalelf. Bulletin Geological Institution. Upsala, VIII 1, 1906.

[3] A. Penck, Über einheitliche Pflege der Hydrographie. Deutsch-Österr.-Ungar. Verb. für Binnenschiffahrt. Verb. Schr. XIX, 1897, S. 10: $N_0 = 420$ mm.

H. Keller, Niederschlag, Abfluß und Verdunstung in Mitteleuropa. Jahrb. für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Besondere Mitteilungen. I 4, 1906. Die Abflußerscheinungen von Mitteleuropa. Geogr. Zeitschr. XII, 1907, S. 611. N_0 für die Hauptlinie des Abflusses 429 mm.

Paul Vujević, Die Theiß. Geogr. Abh. VII 4. 1906. Theiß bei Taskony $N_0 = 416$ mm.

Eduard Stummer, Niederschlag, Abfluß und Verdunstung im Marchgebiete. Geogr. Jahresber. aus Österreich VII, 1909. March bei Angern $N_0 = 420$ mm.

lich hat Merz[1] für die mittelamerikanischen Flüsse N_0 zu 1100 mm gefunden. Da nun die mittleren Jahrestemperaturen der zugehörigen Gebiete 1°, 7° und 24° sind, so ergibt sich, daß mit der mittleren Jahrestemperatur die Niederschlagsmenge wächst, bei welcher der Abfluß gleich Null ist. Das entspricht der bekannten Erfahrung, daß in wärmeren Klimaten mehr Niederschlag zur Aufrechterhaltung der Flüsse nötig ist als in kälteren. Aber von einer genaueren Festlegung aller der einzelnen Elemente, welche die Lage der Trockengrenze bestimmen, sind wir noch weit entfernt.

Im humiden Klima sondern sich zunächst zwei Gebiete. In dem einen kann der gefallene Niederschlag in den Boden eindringen und denselben je nach dessen Durchlässigkeit mehr oder weniger erfüllen, Grundwasser bildend. In dem andern ist das nicht möglich, weil der Boden gefroren ist. Hier in der polaren Klimaprovinz haben wir Bodeneis statt des Grundwassers in den »phreatischen« Klimaprovinzen. Die Grenze des Bodeneises hat schon wiederholt die Aufmerksamkeit erregt. Fritz[2] hat sie auf einer mehrfach reproduzierten Karte dargestellt; annähernd fällt sie nach Wild[3] mit der Jahrestemperatur von —2° zusammen. Im polaren Klima fehlen mit dem Grundwasser echte Grundwasserquellen; es gibt lediglich oberflächlich abfließendes Wasser, das allerdings die oberste im Sommer auftauende Bodenschicht zu durchtränken vermag; diese kommt auf ihrer eisigen Unterlage leicht ins Rutschen, und es entstehen häufige Bodenbewegungen rein oberflächlicher Art. In dieser vielfach rutschenden, stellenweise förmlich fließenden Bodenlage vollzieht sich die Verwitterung auf mechanischem Wege; beim häufigen Wiedergefrieren zersprengt das oberflächlich zeitweilig vorhandene Wasser die obersten Gesteinslagen und lockert sie auf. Für die Speisung der Flüsse kommt in erster Linie die Schneeschmelze in Betracht, die gewöhnlich binnen verhältnismäßig kurzer Zeit sehr bedeutende Wassermassen liefert; kurzes Sommerhochwasser und langanhaltendes Winterniederwasser, verbunden mit langer Eisbedeckung charakterisiert die polaren Flüsse. Die Schneedecke breitet sich meist monatelang über das Land, aber nicht überall so lange, daß sie das Baumwachstum hindert. Es ist bekannt, daß sich letzteres nicht, wie ursprünglich angenommen, mit dem gefrorenen Boden ausschließt.

Die phreatischen Klimaprovinzen kennzeichnen sich dadurch, daß ein mehr oder weniger großer Teil des gefallenen Nieder-

---

[1] Alfred Merz, Beiträge zur Klimatologie und Hydrographie Mittelamerikas. Mitteilungen des Vereins für Erdkunde Leipzig für 1906.

[2] Petermanns Geographische Mitteilungen 1878, Taf. 18.

[3] Die Temperaturverhältnisse des Russischen Reiches. St. Petersburg 1881. S. 348.

schlags je nach der Durchlässigkeit in den Boden einsickert und erst nach Durchlaufung eines unterirdischen Weges sich zu den Flüssen gesellt; diese werden also nur teilweise unmittelbar durch den ablaufenden Regen gespeist. Das einsickernde Wasser löst längs seines Weges die löslichen Gesteine und zersetzt durch seinen Kohlensäuregehalt die zersetzbaren; es laugt die Oberflächenschicht der Erdkruste, die es passiert, aus und schafft hier die charakteristischen Auslaugungs- oder Eluvialböden.

Innerhalb des phreatischen Gebietes können wir einzelne Provinzen nach der Verteilung der Niederschläge unterscheiden. Fallen dieselben gleichmäßig im Laufe des Jahres, so geschieht auch die Speisung der Flüsse durch den Niederschlag oder indirekt durch das Grundwasser gleichmäßig durch das ganze Jahr hindurch fort, und die Flüsse erhalten ziemlich gleichbleibende Wasserstände. Ist aber die Niederschlagsverteilung ungleichmäßig, trennen sich deutlich Regenzeiten und Zeiten der Trockenheit, so zeigen die Flüsse sehr ausgesprochene Hochwasserzeiten, getrennt durch Niederwasserzeiten, und in letzteren kann es sogar zu einem gänzlichen Verschwinden des Flusses kommen. Solche nur jahreszeitlich fließende Gerinne sind Fiumare genannt worden. Sie treten namentlich an den Grenzen der humiden Gebiete gegen die ariden hin auf. In den trockenen Jahreszeiten setzt aber auch das Einsickern des Niederschlags und die dadurch bewirkte Speisung des Grundwassers aus, und es entwickeln sich zeitweilig aride Zustände, welche die typischen humiden unterbrechen. Wir fassen alle jene Gebiete, in welchen ein derartiger Wechsel von ariden und humiden Zuständen im Laufe eines Jahres sich regelmäßig wiederholt, als semihumide Provinz zusammen. Sie umfaßt in den Tropen jene weiten Gebiete, die sich durch eine große Trockenheit auszeichnen; ferner die Monsungebiete sowie endlich die Subtropengebiete. Wir erhalten demnach drei Unterprovinzen der semihumiden Provinz, die tropische Provinz mit Regenzeit zur Zeit des höchsten Sonnenstandes, die Monsunprovinz mit Regenfall gewöhnlich zur selben Zeit, die subtropische Provinz hingegen mit Regenfall zur Zeit des tiefsten Sonnenstandes. Die tropische Unterprovinz charakterisiert sich durch große Gleichmäßigkeit ihrer Temperatur, welche häufig in der Trockenzeit am höchsten steigt; in den Monsungebieten kann es auch zur Entwickelung einer ausgesprochen kalten Jahreszeit kommen.

Gegen die polare Provinz oder das nivale Reich hin erhält das phreatische Gebiet ein besonderes Gepräge durch die regelmäßig zur Entwickelung kommende Schneedecke, welche monatelang das Eindringen des Wassers in die Tiefe hindern kann, um dann bei ihrem Schmelzen sowohl das Grundwasser als auch die Flüsse kräftig zu

speisen. Letztere erhalten dadurch ein charakteristisches Schneeschmelzhochwasser, welches um so später auftritt, je später die Schneeschmelze erfolgt, bei Gebirgsflüssen also später als bei Ebenenflüssen, und bei letzteren um so später, je weiter gegen die Pole zu sie fließen. Dieses Schneeschmelzhochwasser folgt nicht selten unmittelbar auf eine Zeit der Eisbedeckung der Ströme. Die durch alles dies gekennzeichnete subnivale Klimaprovinz ist nach oben oder polwärts begrenzt gegen das nivale Reich hin durch die Schneegrenze, gegen die polare Provinz durch das Eintreten des gefrorenen Bodens. Ihre Äquatorgrenze ziehen wir dort, wo die zeitweilige Schneedecke aufhört, eine Rolle im Haushalte der Ströme zu spielen. Das ist ungefähr da, wo sie im Jahre etwa einen Monat dauert; wo sie kürzer währt, bedingt sie keine nennenswerte Aufspeicherung von Niederschlag mehr, der dann beim Schmelzen die Flüsse beträchtlich speisen würde. Die subnivale Provinz reicht also weder so weit, wie die Schneedecke überhaupt zur Entwickelung kommt, noch reicht sie bis an die Äquatorgrenze des Schneefalles heran, welche durch Hans Fischer[1] näher untersucht worden ist. Ihre Grenzen bleiben noch im einzelnen festzulegen, wobei man mit ähnlichen Unsicherheiten zu rechnen haben wird, wie bei Festlegung des Verlaufes der Trockengrenze, die auch nicht mit der Grenze des rinnenden Wassers oder des Niederschlages zusammenfällt. Annähernd dürfte sie der Isotherme des kältesten Monats von —1° bis —2° entsprechen. In der subnivalen Provinz kann man ebenso wie in der polaren nach der Dauer der Schneedecke zwei Unterprovinzen unterscheiden, nämlich die eine mit überwiegend aperer Zeit und die andere mit zeitlich überwiegender Schneebedeckung. Die Grenzen dieser beiden Unterprovinzen dürften im großen und ganzen mit der Baumgrenze zusammenfallen, und wir unterscheiden daher sowohl in der polaren als auch in der subnivalen Provinz bewaldete und unbewaldete Unterprovinzen.

Die phreatischen Gebiete mit gleichmäßiger Niederschlagsverteilung bilden die vollhumide Klimaprovinz. Dieselbe zerfällt räumlich in zwei meist durch semihumide oder aride Gebiete von einander getrennte Unterprovinzen, nämlich in die äquatoriale mit tropischer Wärme und reichlichem, jahraus, jahrein fallendem Niederschlag, und in die temperierte mit ansehnlichen jahreszeitlichen Temperaturunterschieden, wobei es jedoch weder zu andauernder Eisbildung auf den Flüssen noch zum regelmäßigen Auftreten von Schneedecken kommt, obwohl weder Frost noch Schneefälle gänzlich fehlen. In dieser temperierten vollhumiden Unterprovinz haben

[1] Die Äquatorialgrenze des Schneefalls. Mitteilungen des Vereins für Erdkunde. Leipzig 1887. S. 97.

die Flüsse ebenso wie in der subtropischen Provinz Hochwasser gewöhnlich in der kalten Jahreszeit, welche deswegen nicht auch zugleich die niederschlagreichste zu sein braucht. Die Verdunstung ist während derselben am geringsten und demnach die Wasserführung der Ströme während derselben nicht nur relativ, sondern häufig auch absolut am reichsten.

In ähnlicher Weise wie die humiden Gebiete in vollhumide zerfallen, in denen das Einsickern des Niederschlages in den Boden jahraus jahrein stattfindet, und in andere Gebiete, in denen dieser Vorgang jahreszeitlich oder ganz unterbrochen ist, so zerfällt auch das aride Reich in zwei Provinzen, in denen die Trockenheit voll und ganz oder nur teilweise zur Geltung kommt. Wie wir gesehen haben, fehlt im ariden Reiche der Niederschlag keineswegs gänzlich: er ist vorhanden, reicht aber nicht hin, um regelmäßig fließende Flüsse speisen zu können. Dabei kann er bedeutend genug sein, um die häufige Entwicklung von Torrenten zu ermöglichen und um die Entwicklung einer nicht unbeträchtlichen Vegetation zuzulassen, die sich an das Trockenklima angepaßt hat. In dieser semiariden Klimaprovinz sickert das bei den einzelnen Regengüssen gefallene Wasser häufig teilweise in den Boden ein, kann sich aber in dem letzteren nicht als ausgedehntes Grundwasser ansammeln, da es während der Trockenzeit aus dem Boden heraus verdunstet. Dabei wird es häufig durch kapillare Wirkungen wieder bis an die Oberfläche emporgehoben. Es durchlaufen also die Sickerwässer nicht den regelmäßigen Weg nach abwärts, wie in den phreatischen Gebieten, und indem sie an die Oberfläche zurückkehren, um hier zu verdunsten, hinterlassen sie hier die Substanzen, die sie bei ihrer Wanderung in die Tiefe gelöst haben. Dementsprechend findet nicht, wie in den phreatischen Gebieten, eine Auslaugung des Bodens statt, sondern es erfolgt in der obersten Bodenschicht eine Anreicherung löslicher Substanzen, von leicht löslichen Salzen oder auch namentlich von Kalkkarbonat. Das letztere ist es namentlich, welches die für die semiariden Gebiete sehr bezeichnenden festen Oberflächenkrusten zusammensetzt.

In der vollariden Klimaprovinz entfällt diese ab- und aufsteigende Wanderung der Bodenwässer; es wird der Boden überhaupt nicht durchfeuchtet, und es kommt dementsprechend auch nicht zur Entwicklung von harten Krusten. Die Gesteinsoberfläche ist lediglich der mechanischen Verwitterung unterworfen; sie hat weder wie die humiden Gebiete in Gestalt der Vegetationsdecke noch wie die semiariden Gebiete in Gestalt der festen Kruste eine Panzerung gegen die Wirkungen des Windes. Letztere kommen daher voll und ganz zur Geltung, hier erodierend, dort akkumulierend. Nach ihren Temperatur-

verhältnissen zerfällt die vollaride Klimaprovinz in zwei Unterprovinzen, in eine temperierte vollaride mit starken jahreszeitlichen Temperaturgegensätzen und in eine subtropische Unterprovinz lediglich mit starken Temperaturdifferenzen zwischen Tag und Nacht. Eine entsprechende Unterteilung ist innerhalb der semiariden Provinz durchführbar.

Das nivale Reich kennzeichnet sich durch akkumulative Schneeablagerung, und zwar erfolgt dieselbe sowohl dort, wo ausschließlich schneeiger Niederschlag fällt — wie in der vollnivalen Provinz —, als auch dort, wo der Schneefall gelegentlich — wie in der seminivalen Provinz — durch Regenfälle unterbrochen wird. Diese Regenfälle tragen nicht zur Minderung der Schneedecke bei, sie bringen höchstens eine oberflächliche Durchfeuchtung derselben zustande, die ein Zusammensitzen des Schnees begünstigt und dann bei eintretendem Froste dessen Umwandlung in Eis. Solche harten Krusten spielen namentlich auf der Schneedecke unserer Hochgebirge eine große Rolle; doch dürften sie wohl auch in den vollnivalen Gebieten infolge kräftiger Insolation zur Entwicklung kommen, indem die oberflächlichen Schneeteilchen zum Schmelzen gelangen; aber die entstandenen Schmelzwasser müssen in sehr geringer Tiefe schon wieder gefrieren.

Im nivalen Reiche ist der Erdboden geschützt vor der atmosphärischen Verwitterung. Aber es ist nicht unwahrscheinlich, daß er unter der auf ihm lastenden mächtigen Schnee- und Eisdecke einem eigentümlichen Verwitterungsvorgange ausgesetzt ist, auf den Blümcke und Finsterwalder[1] die Aufmerksamkeit gelenkt haben. Erfolgt nämlich durch lokale Druckzunahme eine lokale Verflüssigung des Eises an seiner Sohle, so kann eine Durchfeuchtung seiner Unterlage erfolgen. Sobald aber Wiedergefrieren eintritt, wird auch diese Durchfeuchtung gefrieren, und dabei kann ein Lossprengen feinster staubiger Partikelchen in erheblichem Umfange geschehen. Doch dürfte diese subglaziale Verwitterung in ihren Wirkungen weit hinter den direkten mechanischen Einwirkungen des Gletschereises auf seine Unterlage zurückstehen.

Das Eis erodiert seine Unterlage und lagert die erodierten Materialien dort wieder ab, wo kontinuierliche Bodenschmelzung stattfindet, sei es in toten Winkeln[2], wo die Bewegung minimal wird, so daß die Erdwärme die Untermoräne austaut, sei es an der Peripherie der Vergletscherung, wo diese schmilzt.

Die im nivalen Reiche wurzelnden Gletscher reichen notwendigerweise aus dem nivalen Gebiete heraus und erstrecken sich weit in

[1] Zur Frage der Gletschererosion. Sitzungsber. d. math.-phys. Klasse d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wiss. XX, 1890, S. 435.

[2] Penck und Brückner: Die Alpen im Eiszeitalter. 1909. S. 951.

die subnivale oder polare Klimaprovinz hinein, wo sie zum Schmelzen gelangen. Es reicht sohin die glaziale Bodengestaltung weit über das nivale Reich hinaus, und die Grenzen einer ehemaligen Vergletscherung fallen daher keineswegs mit der früheren Ausdehnung des nivalen Reiches zusammen. Ebenso wie die Gletscherzungen aus dem nivalen Reiche herausragen, treten die Flüsse auch aus dem humiden Reiche ins aride herüber; das Vorhandensein von typischen Flußwirkungen an irgendeiner Stelle ist daher noch nicht maßgebend für deren gegenwärtige oder frühere Zugehörigkeit zum humiden Reiche. Die in das aride Gebiet übertretenden Flüsse verhalten sich ebenso wie die in das humide Reich übertretenden Gletscher: sie werden aufgezehrt; sie verlieren ihr Wasser teils durch direkte Oberflächenverdunstung, teils an den Boden, aus dem ihnen kein Grundwasser zuströmt, an das sie vielmehr Seihwasser abgeben. Sie erscheinen in jeder Hinsicht als Fremdlinge in der Klimaprovinz, in der sie sich befinden; sie charakterisieren sich als allochthone Flüsse gegenüber den autochthonen des humiden Reiches, ganz ebenso wie die Gletscherzungen im humiden Gebiete allochthone Eismassen im Gegensatze zu den autochthonen darstellen, die im nivalen Gebiete durch die Umbildung des dort gefallenen Schnees entstehen.

Kann das Vorhandensein regelmäßig fließender Flüsse nicht für die Zugehörigkeit einer Stelle zum humiden Gebiete entscheidend sein, so ist umgekehrt auch der Mangel an Flüssen nicht unbedingt kennzeichnend für das aride Gebiet. Es gibt in den humiden Gebieten Stellen, wo die permeable Bodenbeschaffenheit nicht nur das Einsickern des Regenwassers, sondern auch das Verschwinden ganzer Flüsse begünstigt. Die Karstgebiete sind ein Beispiel hierfür. Zahlreiche weitere Beispiele werden durch ausgedehnte Schotter und Sandlandschaften geliefert, die Regenwasser und auch Flüsse aufschlucken. Solche pseudoaride Gebiete unterscheiden sich von den echten ariden dadurch, daß sich der Mangel an Oberflächenwasser mit dem Auftreten reichlichen Wassers in der Tiefe kombiniert, welches Quellen zu speisen vermag. Solches reichliches quellenspeisendes Tiefenwasser fehlt den echten ariden Gebieten; sie haben nur Seihwasser, welches sich in den Betten der allochthonen Flüsse oft weit bis über deren oberflächliches Ende hinauszieht. So ist es denn nicht ein einziges Merkmal, welches ein Klimareich charakterisiert, sondern dies geschieht immer durch eine Summe von Eigentümlichkeiten, und es wird möglich, durch deren direkte Beobachtung die einzelnen Reiche voneinander zu trennen. Letzteres gilt auch von den hier unterschiedenen Provinzen.

Untersuchungen über die spezifische Wärme bei tiefen Temperaturen. I.

Von W. Nernst, F. Koref und F. A. Lindemann.

(Aus dem Physikalisch-Chemischen Institut der Universität Berlin.)

(Vorgetragen am 17. Februar 1910 [s. oben S. 165].)

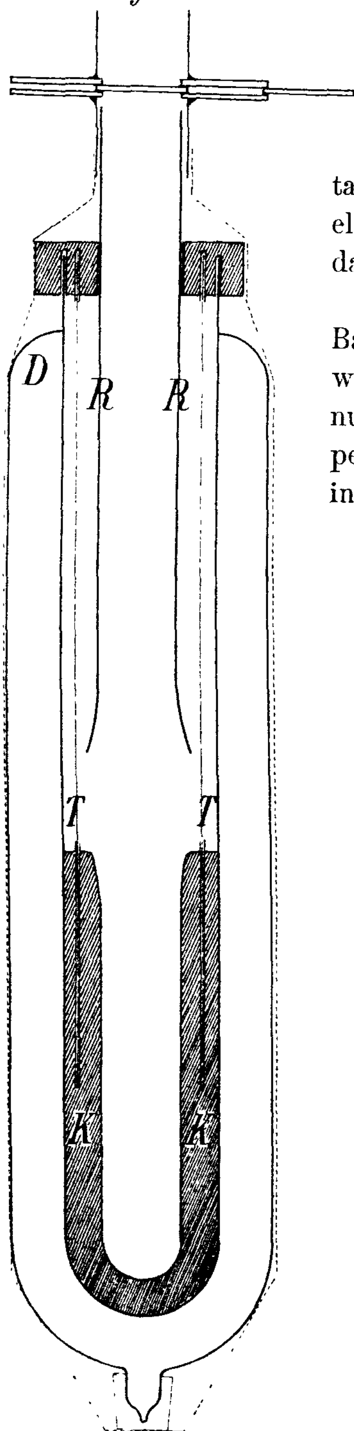
1. Beschreibung eines Kupferkalorimeters (Nernst und Lindemann).

Das im nachfolgenden beschriebene Kalorimeter besteht aus einem Kupferblock von etwa 400 g Gewicht, der eine längliche Höhlung besitzt, die zur Aufnahme der erwärmten oder abgekühlten Substanz dient. Wegen der guten Wärmeleitfähigkeit hat der Kupferblock stets überall praktisch die gleiche Temperatur, so daß eine hier unmögliche Rührung, wie man sie bei den Flüssigkeitskalorimetern verwendet, auch entbehrlich ist. Zur besseren Wärmeisolation befindet sich das Kalorimeter in einem Vakuumgefäße *D*; seine Temperatur wird mit Hilfe von Thermoelementen gemessen.

Die Anordnung des ganzen Apparates zeigt Fig. 1. *K* bedeutet das Kalorimeter, *T* sind die Thermoelemente, deren untere Lötstelle sich in kleinen Glasröhrchen befinden, die in das Kalorimeter eingelassen sind; des besseren Wärmeaustausches wegen sind die Glasröhrchen innen von Woodschem Metall erfüllt und außen damit umgeben. Die anderen Lötstellen befinden sich ebenfalls in einem Kupferblock *C*, der den oberen Abschluß des Vakuumgefäßes bildet. Durch letzteren geht ein Glasrohr *R*, das zur Einführung der zu untersuchenden Substanz dient und oben durch einen Schieber verschlossen werden kann. Benutzt wurden zehn hintereinander geschaltete Thermoelemente Konstantan-Eisen, deren elektromotorische Kraft mit Hilfe eines Millivoltmeters von Siemens & Halske gemessen wurde. Da diese Instrumente, nötigenfalls mit einer Lupe, eine sehr genaue Ablesung gestatten, so konnten sie anstatt eines Spiegelgalvanometers Verwendung finden.

Es ist wünschenswert, daß auch die Glaswand, die das Kalorimeter umgibt und natürlich möglichst dünnwandig gewählt wird, in

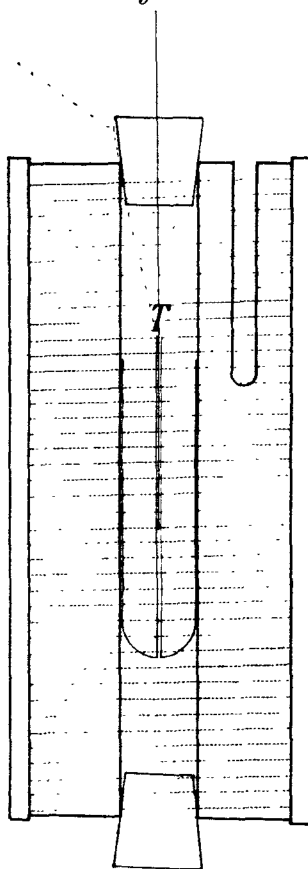
Fig. 1.



gutem thermischen Kontakt mit dem Kalorimeter sich befindet. Andernfalls beobachtet man leicht Unregelmäßigkeiten des Temperaturganges. Es wurde daher in das Vakuumgefäß etwas Woodsches Metall getan, das Kalorimeter beim Einsetzen von innen elektrisch geheizt und hierauf geeignet tief in das Woodsche Metall eingedrückt.

Das Vakuumgefäß befindet sich in einem Bade von konstanter Temperatur; meistens wurde Eis oder feste Kohlensäure hierzu benutzt. Da der obere Kupferblock, dessen Temperatur konstant sein muß, natürlich sich innerhalb des Bades befinden muß und die

Fig. 2.



Abdichtung Schwierigkeiten machte, so wurde der ganze Apparat von einer wasserdichten Hülle, die aus dünnem, passend verlötetem Kupferblech gefertigt und oben, wie in der Figur gezeichnet, zusam-

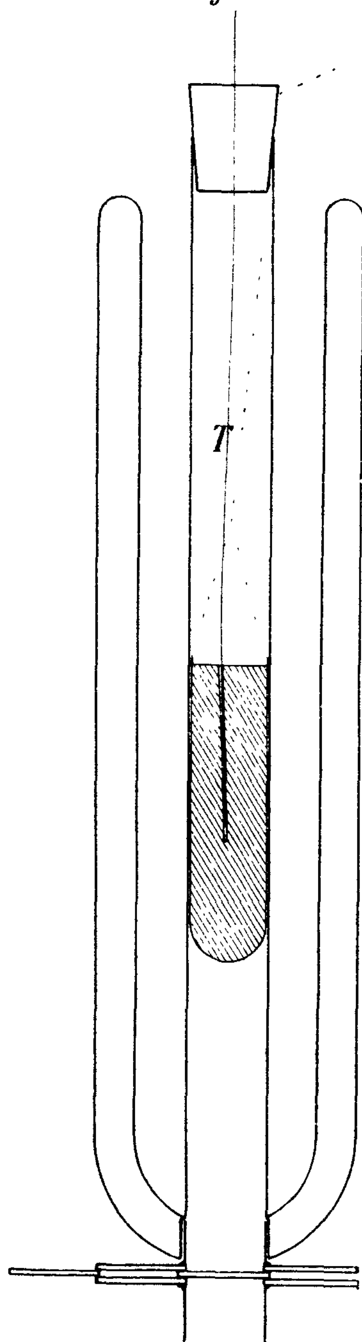


Fig. 3.

mengedrückt wurde, umgeben. Diese sehr einfache und praktische Vorrichtung schlug uns Hr. Koref vor.

Die zu untersuchenden Substanzen befanden sich in einem dünnwandigen Silbergefäß, das nur wenige Gramm wog und dessen Kapazität daher nur mäßige Beträge besaß. Um die Temperatur vor dem Hereinbringen in das Kalorimeter genau zu kennen, wurde ein Thermoelement *T* in ein in die Mitte des Gefäßes eingelötetes Silberröhrchen *A* gesteckt. Als Erhitzungsapparat diente ein großer elektrisch geheizter Kupferblock (Fig. 2). Für Herstellung tieferer Temperatur diente ein Vakuumgefäß aus Quarz, das, wie Fig. 3 zeigt, von einer beiderseitig offenen Röhre durchsetzt ist, welche mit flüssiger Luft bzw. einem Gemisch von Alkohol und feste Kohlensäure umgeben wurde. Die beschriebenen Vorrichtungen wurden nach Einstellung des Temperaturgleichgewichts über das Kalorimeter gebracht, die Schieber geöffnet und das Silbergefäß nebst Inhalt an einem Faden in das Kalorimeter heruntergelassen.

Um zu verhindern, daß aus dem Innern des eigentlichen Kalorimeters warme Luft aufsteigt und so Wärmemengen verloren gehen, befand sich über dem Silbergefäß ein kleiner Wattebausch, der die Öffnung des Kalorimeters gerade verstopfte.

Die Erwärmung des Kalorimeters betrug in der Regel 2—3 Grade; es entsprach derselben ein Ausschlag des benutzten Millivoltmeters von 40—60 Teilstrichen; da die Zehntel oder gar Zwanzigstel sich noch sicher ablesen ließen, so konnten die Temperaturveränderungen und damit auch die spezifischen Wärmen bis auf einige Promille gemessen werden.

Natürlich muß der Apparat durch eine Substanz von bekannter Wärmekapazität geeicht werden; hierzu wurde bei höheren Temperaturen Wasser, bei tiefen Blei genommen, dessen spezifische Wärme

sehr genau bekannt war (vgl. weiter unten). Um unabhängig zu sein von einer Änderung in der Empfindlichkeit des Galvanometers u. dgl., wurde die Eichung sehr oft wiederholt; selbst etwaige Fehler in der Temperaturmessung der hineinzubringenden Substanz werden dadurch, daß man im wesentlichen relative spezifische Wärme bestimmte, weitgehend eliminiert. Der Hauptvorteil der beschriebenen Vorrichtung besteht darin, daß sie auf die verschiedensten Temperaturen gebracht werden kann; besonders gut arbeitete der Apparat z. B. in einem Bade von fester Kohlensäure. Übrigens dürfte der Apparat auch für mancherlei thermochemische Messungen brauchbar sein.

Natürlich muß nach jeder Messung, ehe ein nächster Versuch erfolgen kann, die Temperatur des Kalorimeters wieder auf die Temperatur des Bades gebracht werden; da wegen der guten Wärmeisolation der Temperaturausgleich sehr langsam erfolgt, wurde durch Erwärmung oder Abkühlung je nach Umständen der Effekt des vorhergehenden Versuches in wenigen Minuten rückgängig gemacht.

2. Messungen mit dem Kupferkalorimeter (Lindemann).

Als Beispiel für die mit dem soeben beschriebenen Apparat auszuführenden Messungen sei eine Bestimmung der spezifischen Wärme des gewöhnlichen rhombischen Schwefels mitgeteilt. Benutzt wurden 7.563 g, die Temperatur des Erhitzungsraumes betrug 36.81°; das Kalorimeter befand sich in einem Bade von 0°. Die folgende Tabelle enthält die Galvanometerablesungen vor und nach Einbringen der Substanz, das zur Zeit 2′ erfolgte.

Zeit	Ausschlag	Zeit	Ausschlag
0	0.3	9	22.0
1	0.3	10	21.9
2	0.3	11	21.7
3	13.6	12	21.4
4	18.8	13	21.2
5	21.0	16	20.6
6	21.9	19	20.0
7	22.0	22	19.3
8	22.1		

Der Gang war während der letzten 10 Minuten bis auf die Ablesefehler konstant und betrug im Mittel 0.21 Teilstriche. Wir finden somit als Effekt $21.4 + 10 \cdot 0.21 - 0.3 = 23.2$. Die Thermoelemente waren mit einem Beckmannthermometer geeicht worden und einem Ausschlag von 23.5 Teilstrichen entsprach eine Temperaturdifferenz von 1.222°. Die Temperatur der Substanz war also um 36.81 — 1.22 gleich 35.59° gefallen. Wasser in einem Silbergefäß gab als Eichsubstanz

bei einer Wärmekapazität von 2.748 cal. und einer Temperaturdifferenz von 43.8° einen Ausschlag von 54.6 Teilstrichen; es folgt also die gesuchte Wärmekapazität $\frac{23.2}{35.59} \cdot \frac{43.8}{54.6} \cdot 2.748 = 1.438$ cal. Das Gewicht des Silbergefäßes betrug 2.67 g entsprechend einer Wärmekapazität von 0.148 cal., also betrug die Wärmekapazität der 7.563 g Schwefel $1.438 - 0.148 = 1.290$ und ihre spezifische Wärme $\frac{1.290}{7.563} = 0.1704$.

Es folgt eine Zusammenstellung der Versuche.

Versuche.

1. Kupfer.

Abgedrehter käuflicher Kupferstab.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
28.7 bis 3.4	0.0911
21.5 » 2.5	0.0916
18.8 » 2.3	0.0914
19.1 » 2.3	0.0918
19.4 » 2.3	0.0917
18.6 » 2.2	0.0912
21.7 » 2.7	0.0918
23.3 » 2.7	0.0919

2. Zink.

Reines Zink (Kahlbaum) geschmolzen und abgedreht.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
24.0 bis 2.0	0.0953
19.0 » 1.54	0.0947
19.3 » 1.55	0.0948
18.4 » 1.84	0.09475

3. Schwefel (rhombisch).

Reiner Schwefel aus CS_2 kristallisiert (Kahlbaum).

Temperaturintervall	Spez. Wärme
36.8 bis 1.2	0.1704
36.6 » 1.19	0.1708
18.4 » 0.57	0.1712

4. Ferrozyankalium (wasserhaltig) $K_4FeCy_6 + 2.76 H_2O$.

Rein von Kahlbaum, aus wässeriger Lösung mit Alkohol niedergeschlagen. Beim Trocknen 0.24 Mol. H_2O verloren.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
32.3 bis 1.1	0.2636
47.1 » 1.97	0.2680
35.4 » 1.3	0.2670
34.2 » 1.1	0.2630
28.2 » 1.97	0.2640
43.25 » 1.44	0.2645

5. Ferrozyankalium (wasserfrei) K_4FeCy_6.

Rein von Kahlbaum, im Vakuumexsikkator bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
48.8 bis 1.25	0.2156
41.1 » 1.39	0.2137
47.3 » 1.27	0.2132

6. Oxalsäure (wasserhaltig) $C_2O_4H_2 + 2H_2O$.

Rein von Kahlbaum.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
45.7 bis 3.05	0.371
47.8 » 3.2	0.3745
46.0 » 3.0	0.3745
46.9 » 3.7	0.377

7. Oxalsäure (wasserfrei) $C_2O_4H_2$.

Rein, im Vakuumexsikkator bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
46.3 bis 1.77	0.2812
46.5 » 1.78	0.2780
48.0 » 1.90	0.2780
47.4 » 1.90	0.2770

8. Kaliumjodid KJ.

Rein von Kahlbaum.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
46.3 bis 1.2	0.0763
48.7 » 1.4	0.0766
48.4 » 1.2	0.0769

9. Calciumkarbonat $CaCO_3$.

Rein von Kahlbaum.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
48.7 bis 2.2	0.2012
48.6 » 2.1	0.2030
48.1 » 2.1	0.2012
48.4 » 2.1	0.2044
46.0 » 2.0	0.2037

10. Calciumoxyd CaO.

Rein von Kahlbaum.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
44.2 bis 1 6	0.1827
43.3 » 1.4	0.1817
46.0 » 1.7	0.1818

11. $Na_2HPO_4 . 10.95 H_2O$ (vgl. S. 258).

Temperaturintervall	Spez. Wärme
34.8 bis 1.9	0.3636
34.0 » 1.9	0.3645

12. $Na_2HPO_4 . 7.515 H_2O$.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
33.9 bis 1.9	0.3286
34.4 » 2.0	0.3304

Zusammenstellung.

Aus obigen Zahlen leiten sich folgende Mittelwerte ab:

Substanz	Temperatur-intervall	Spez. Wärme	Molekular-wärme
Cu	21.6 bis 2.4	0.09155	5.82
Zn	20.2 » 1.74	0.0949	6.206
S rhomb.	30.6 » 1.0	0.1708	5.48
$K_4FeCy_6 + 3H_2O$ [1]	36.9 » 1 32	0.2688	113.44
K_4FeCy_6	45.7 » 1.30	0.2142	78.85
$C_2O_4H_2 + 2H_2O$	46.6 » 3.24	0.3742	47.13
$C_2O_4H_2$	47.0 » 1.84	0.2785	24.06
KJ	47.8 » 1 28	0.0766	12.71
$CaCO_3$	48.0 » 2.1	0.2027	20.27
CaO	44.5 » 1.6	0.1821	10.19
$Na_2HPO_4 . 12H_2O$ [1]	34.4 » 1.9	0.3723	133.4
$Na_2HPO_4 . 7H_2O$ [1]	34 4 » 1.9	0.3230	86.7

3. Messungen mit dem Kupferkalorimeter (KOREF).

Auf Veranlassung von Hrn. Prof. W. NERNST unternahm ich es, mit dem in der ersten Abhandlung beschriebenen Apparat die spezifische Wärme einer Reihe von Substanzen zu messen, deren Kenntnis für die Thermodynamik von Interesse ist. Im besonderen fiel mir die Aufgabe zu, die Brauchbarkeit des Apparats bei tiefen Temperaturen zu erproben.

[1] Auf molekulare Zusammensetzung umgerechnet.

Bei Temperaturen unter 0° erwies es sich als zweckmäßig, das Kalorimeter häufig zu eichen. Es ist nämlich nicht ganz zu vermeiden, daß beim Hineinbringen und Herausholen der Substanz Spuren von Wasserdampf in das kalte Kalorimeter diffundieren und sich dort kondensieren. Steht das Kalorimeter in Eis, und wird seine Temperatur durch das Hineinfallen des kalten Körpers um einige Grade erniedrigt, so gefriert das spurenweise vorhandene Wasser, und es ergeben sich durch die hohe Gefrierwärme des Wassers Unregelmäßigkeiten (da die »Kapazität« des Kalorimeters etwa 40 cal. beträgt, so macht nur 0.001 g Wasser schon 0.2 Prozent aus). Werden die Messungen relativ ausgeführt, wird die Kapazität des Kalorimeters täglich und, wenn sich Abweichungen zeigen, vor und nach jeder Messung geeicht, so fallen die Fehler heraus.

Bei meinen ersten Versuchen, bei denen hierauf nicht genügend geachtet wurde, sind deshalb Fehler von 1—2 Prozent möglich; diese Versuche sind im folgenden mit einem * versehen. Bei meinen übrigen Messungen dürfte die Genauigkeit etwa 0.5 Prozent betragen.

Im folgenden sind die von mir ausgeführten Versuche zusammengestellt. Bei der Angabe des Temperaturintervalls bedeutet stets die erste Zahl die Temperatur des Körpers vor dem Versuch, die zweite Zahl die Endtemperatur des Kalorimeters.

Blei.

Chemisch rein, von Kahlbaum bezogen. Kalorimeter in Eis, geeicht mit Wasser von Zimmertemperatur.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
−77.4 bis −3.2	0.02995
−76.6 » −3.1	0.03020
−76.4 » −2.8	0.02994

Thüringer Glas.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
+31 bis +1.5	0.1895
−77.4 » −3.6	0.1620
−76.2 » −2.9	0.1626

Paraffin.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
+18.4 bis +1.4	0.532
+29.2 » +1.5	0.775
−76.2 » −1.8	0.372
−76.6 » −1.2	0.372

Zink.

Chemisch rein, von Kahlbaum.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
—76.2 bis —1.9	0.0909
—76.4 » —2.1	0.0904

Aluminium.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
—76.2 bis — 2.5	0.1959
0 » —75.9	0.1964

Schwefel.

a) Rhombischer Schwefel, rein, kristallisiert (Kahlbaum).

Temperaturintervall	Spez. Wärme	
+ 48 bis + 1.7	0.1704	
+ 45 » + 1.6	0.1706	
— 76.3 » — 2.1	0.1559	Kalorimeter in Eis
— 76.4 » — 1.9	0.1557	
— 76.7 » — 2.0	0.1562	
0 » —76.8	0.1529*	Kalorimeter in fester Kohlensäure
0 » —77.2	0.1543*	
0 » —76.7	0.1540*	
—189.2 » —80	0.1128	
—189.8 » —81.3	0.1134	

b) Monokliner Schwefel. Rhombischer Schwefel, in einem Reagenzrohr eingeschlossen, wurde in einem Ölbad geschmolzen, einige Zeit auf einer Temperatur von etwa 120° gehalten, dann in ein Bad von siedendem Wasser gebracht; beim Kratzen mit einem Glasstab erstarrte der Schwefel in monokliner Form. Dieser wurde dann in einem Gemisch aus Alkohol und fester Kohlensäure abgeschreckt. Bei der Temperatur der festen Kohlensäure hielt sich der monokline Schwefel mehrere Tage, bei Zimmertemperatur wenige Stunden.

Temperaturintervall	Spez. Wärme	
+ 42.4 bis + 1.7	0.1810	
+ 44.6 » 2.1	0.1779	
— 77.1 » — 1.2	0.1632*	Kalorimeter in Eis
— 76.3 » — 1.6	0.1626*	
0 » —76.1	0.1619	Kalorimeter in fester Kohlensäure
0 » —76.3	0.1604	
—189.2 » —80.6	0.1180	
—188.7 » —79.7	0.1194	

Jod.

Rein (Kahlbaum).

Temperaturintervall	Spez. Wärme
+ 47.2 bis +2.0	0.0526
+ 46.8 » +1.7	0.0521
— 76.4 » —0.5	0.05003
— 76.4 » —0.9	0.05042
— 76.3 » —0.2	0.05004
—189 » —6.1	0.04668
—189 » —6.1	0.04670

Eis.

Aus reinstem Leitfähigkeitswasser hergestellt.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
— 76.3 bis — 2.8	0.4320
— 76.0 » — 2.9	0.4338
— 77.7 » — 2.9	0.4310
— 77.7 » — 2.9	0.4348
— 15.1[1] » —75.7	0.4175
— 15.2 » —76.0	0.4156
— 15.6 » —76.1	0.4180
—189.2 » —81.6	0.2649
—189.2 » —81.7	0.2667

Ferrozyankalium.

a) Hydrat. $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$. Reines Präparat von Kahlbaum wurde in Wasser gelöst, mit Alkohol ausgefällt, an der Luft getrocknet und dann in einen Exsikkator gebracht, der mit 35 prozentiger Schwefelsäure beschickt war. Der Wasserdampfdruck dieser Schwefelsäure beträgt bei Zimmertemperatur 10 bis 12 mm Hg[2].

Die Tension des kristallwasserhaltigen Ferrozyankaliums wurde von Schottky[3] bei 20° zu 7.4 mm Hg gemessen. Durch Aufbewahren des Hydrats über Schwefelsäure von der angegebenen Wasserdampftension wurde das Verwittern der Substanz verhindert. Nach mehrtägigem Stehen ergab eine Analyse (Erhitzen auf 140° bis zur Gewichtskonstanz) den dem Trihydrat entsprechenden Wassergehalt von 12.77 Prozent.

[1] Als Bad wurde eine Kältemischung $NH_4Cl + 12.4H_2O$ (Kryohydrat) angewandt. Die Temperatur bleibt 1—2 Tage konstant.

[2] Landolt-Börnstein, III. Aufl., S. 166.

[3] Zeitschr. f. phys. Chem. 64, S. 433 (1908).

Temperaturintervall	Spez. Wärme	
− 76.8 bis − 1.5	0.2513*	Kalorimeter in Eis
− 76.4 » − 1.4	0.2542*	
− 76.4 » − 1.1	0.2522*	
0 » −76.8	0.2525	Kalorimeter in fester Kohlensäure
0 » −76.1	0.2542	
−188.7 » − 8.1	0.2042	
−189.2 » − 8.3	0.2038	
−188.1 » − 7.9	0.2056	

b) Anhydrisches Salz ($Fe(CN)_6K_4 . 0.29 H_2O$, dargestellt durch Entwässern im mit Phosphorsäureanhydrid beschickten Vakuumexsikkator bei Zimmertemperatur.

Temperaturintervall	Spez. Wärme	
−76.8 bis −1.3	0.2011*	Kalorimeter in Eis
−77.2 » −1.2	0.2022*	
−76.6 » −1.3	0.2035*	

Anderes Präparat: $Fe(CN)_6K_4 . 0.2 H_2O$.

Temperaturintervall	Spez. Wärme	
0 bis −77.9	0.1965	Kalorimeter in fester Kohlensäure
0 » −76.6	0.1986	
0 » −76.6	0.1978	
0 » −77.0	0.1973	
−190.9 » −80.9	0.1424	
−190.6 » −80.5	0.1421	

Oxalsäure.

a) Hydrat. $C_2O_4H_2 . 2H_2O$, reinstes Präparat von Kahlbaum (»Zur Analyse«).

Temperaturintervall	Spez. Wärme	
− 76.8 bis − 2	0.307*	Kalorimeter in Eis
− 76.4 » − 2.1	0.309*	
− 76.3 » − 1.8	0.308*	
0 » −75.3	0.2962	Kalorimeter in fester Kohlensäure
0 » −75.0	0.2976	
−190.6 » −82.1	0.1975	
−190.6 » −81.7	0.1975	

b) Anhydrisch. $C_2O_4H_2$, dargestellt aus dem Hydrat durch Entwässern im mit P_2O_5 beschickten Vakuumexsikkator bei etwa 50° bis zur Gewichtskonstanz. Abnahme genau $2H_2O$.

Temperaturintervall	Spez. Wärme	
− 76.3 bis − 1.6	0.2324*	Kalorimeter in Eis
− 77.1 » − 2	0.2330*	
− 77.3 » − 1.5	0.2323*	
0 » −75.8	0.2259	Kalorimeter in fester Kohlensäure
0 » −75.7	0.2267	
−189.2 » −82.3	0.1582	
−188.7 » −81.4	0.1578	

Kupfersulfat $CuSO_4$ (wasserfrei).

Temperaturintervall	Spez. Wärme
0 bis −77.4	0.1311
0 » −76.8	0.1294
−188.7 » −80.4	0.0883
−188.7 » −79.9	0.0881

$CuSO_4 . H_2O$ (hergestellt durch Entwässern des gewöhnlichen Salzes bei 100°).

Temperaturintervall	Spez. Wärme
0 bis −77.4	0.1537
0 » −77.6	0.1533
−189.2 » −79.8	0.1022
−188.7 » −79.6	0.1030

Natriumphosphat.

a) $Na_2HPO_4 . 12 H_2O$, reines Salz (Kahlbaum, »Zur Analyse«).

Temperaturintervall	Spez. Wärme
0 bis −74.1	0.3560
0 » −75.0	0.3535

b) $Na_2HPO_4 . 7.515 H_2O$, dargestellt durch Entwässern des obigen Hydrates bei 20° im Exsikkator über 40 prozentiger Schwefelsäure, deren Wasserdampfdruck (10 mm) um 3 mm geringer ist als der des Hydrates (13 mm[1]).

Temperaturintervall	Spez. Wärme
0 bis −75.4	0.3146
0 » −75.1	0.3160

c) $Na_2HPO_4 . 10.949 H_2O$, dargestellt wie unter b.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
0 bis −75.4	0.3452
0 » −75.2	0.3458

Benzophenon $(C_6H_5)_2CO$.

Präparat von Kahlbaum. Um das flüssige Benzophenon bequem unterkühlen zu können, schloß ich die Substanz in ein dünnwandiges Glasröhrchen ein, welches genau in das Silbergefäßchen paßte. Die in dem Glasröhrchen eingeschlossene Substanz wurde in einem Wasserbad geschmolzen und dann in einem Gemisch von Alkohol und fester Kohlensäure abgeschreckt. Es bildete sich hierbei ein durchsichtiges Glas. Um die unterkühlte Flüssigkeit wieder zum Kristallisieren zu bringen, brauchte man das Röhrchen sich nur an der Luft erwärmen zu lassen. War eine Temperatur von etwa −10° bis −20° erreicht,

---

[1] Abeggs Handbuch II, 1, S. 289.

so trat spontan die Kristallisation ein, da in diesem Gebiet das Optimum für die Kristallisation liegt[1]. Zwischen —78° und 0° konnte die spezifische Wärme des unterkühlten Benzophenons nicht gemessen werden; die Substanz kristallisierte regelmäßig, weil das erwähnte Gebiet des Kristallisationsoptimums nicht schnell genug durchlaufen wurde.

Das Glasröhrchen brachte den Nachteil mit sich, daß die Wärmekapazität der Tara 20—30 Prozent der gesamten Wärmekapazität ausmachte, war aber auch deshalb unentbehrlich, da es notwendig war, sehen zu können, ob die Substanz auch wirklich unterkühlt und nicht kristallisiert war.

Da es auf die Differenz ankam, so wurden abwechselnd Versuche mit der festen und flüssigen Substanz gemacht.

a) Benzophenon kristallisiert.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
+ 41.3 bis + 3.0	0.307
+ 41.4 „ + 3.0	0.305
+ 39.5 „ + 2.8	0.303
+ 19.3 „ + 1.3	0.2849
+ 19.7 „ + 1.3	0.2792
+ 19.0 „ + 1.3	0.2836
— 76.4 „ — 0.8	0.2309
— 76.3 „ — 1.4	0.2282
— 77.0 „ — 1.5	0.2309
—189.8 „ —82.2	0.1528
—190.4 „ —81.7	0.1526
—190.6 „ —82.5	0.1488

b) Benzophenon flüssig (unterkühlt).

Temperaturintervall	Spez. Wärme
+ 40.9 bis + 3.5	0.3846
+ 40.2 „ + 3.4	0.3800
+ 39.6 „ + 3.2	0.3830
+ 18.3 „ + 1.5	0.3690
+ 19.1 „ + 1.5	0.3677
—191.8 „ —81.6	0.1494
—191 8 „ —82 2	0.1476
—191.5 „ —82.3	0 1510
—191.5 „ —82.3	0.1549
—191.2 „ —80.8	0.1504

Die relativ großen Abweichungen bei den Versuchen zwischen der Temperatur der flüssigen Luft und festen Kohlensäure beim Benzophenon wie auch beim Betol haben bei den übrigen Substanzen kein Analogon und bedürfen noch der Aufklärung.

[1] TAMMANN, Zeitschr. f. phys. Ch. 29, 65 (1899).

Betol $C_{17}H_{12}O_{3}$.

Präparat von Merck. Die Substanz wurde in ein Glasröhrchen eingeschlossen wie beim Benzophenon. Das Gebiet des Kristallisationsoptimums liegt hier bei 30°—40°. Der Übergang aus dem unterkühlten in den kristallisierten Zustand trat ein beim Erwärmen mit der Hand.

a) Betol kristallisiert. Nähert man sich bei den Versuchen über die spezifische Wärme der kristallisierten Substanz dem Schmelzpunkt (93°), so ist es besonders wichtig, auf die Reinheit der Substanz zu achten. Kleine Verunreinigungen bewirken scheinbar starkes Ansteigen der spezifischen Wärme. Dies wurde bei Versuchen mit dem im Glasrohr eingeschlossenen, häufig umgeschmolzenen Präparat beobachtet. Bei den folgenden 3 Versuchen wurde frisches, noch ungeschmolzenes Pulver in dem Silbergefäß zur Messung gebracht.

Temperaturintervall	Spez. Wärme
+ 77.1 bis +19.6	0.2956
+ 76.5 » +19.1	0.2968
+ 64.6 » +17.5	0.2831
0 » −76.2	0.2159
0 » −76.1	0.2138
0 » −76.1	0.2171
0 » −76.1	0.2182
−190.2 » −81.8	0.1415
−188.7 » −80.6	0.1403
−189.2 » −81.6	0.1416
−188.9 » −81.2	0.1425

b) Betol flüssig (unterkühlt).

Temperaturintervall	Spez. Wärme
+ 87.3 bis +19	0.3748
+ 86.4 » +19.1	0.3700
+ 88.5 » +20.1	0.3717
+ 75 » +20.7	0.3638
+ 63.3 » +19.2	0.3553
0 » −75.2	0.2496
0 » −74.3	0.2497
0 » −76.0	0.2493
−190.9 » −81.8	0.1430
−190.3 » −81.1	0.1446
−188.9 » −80.5	0.1458

Aus obigen Zahlen leiten sich folgende Mittelwerte ab:

Substanz	Temperaturintervall	Spez. Wärme	Wärmekapazität zu Formelgewicht
Pb	− 76.8 bis − 3.0	0.3003	6.22
Glas	+ 31 » + 1.5	0.1895	—
	− 76.8 » − 3.3	0.1623	—

Substanz	Temperatur-intervall	Spez. Wärme	Wärmekapazität zu Formelgewicht
Paraffin	+ 29.2 bis + 1.5	0.775	—
	+ 18.4 „ + 1.4	0.532	—
	− 76.4 „ − 1.5	0.372	—
Zn	− 76.3 „ − 2.0	0.0906	5.922
Al	− 76.0 „ − 1.2	0.1962	5.32
S rhomb.	+ 46.5 „ + 1.7	0.1705	5.47
	0 „ −76.9	0.1537	4.93
	−189.5 „ −80.7	0.1131	3.63
S monoklin	+ 43.4 „ + 1.9	0.1794	5.75
	0 „ −76.2	0.1612	5.17
	−189.0 „ −80.1	0.1187	3.80
J	+ 47.0 „ + 1.8	0.0524	6.64
	− 76.4 „ − 0.5	0.0516	6.364
	−189.0 „ − 6.1	0.04669	5.92
Eis	− 76.9 „ − 2.9	0.4329	7.80
	− 15.3 „ −75.9	0.4170	7.515
	−189.5 „ −81.7	0.2658	4.79
$Fe(Cn)_6Ky . 3H_2O$	0 „ −76.5	0.2533	107.1
	−188.7 „ − 8.1	0.2046	86.5
$Fe(CN)_6K_4$ [1]	0 „ −77.0	0.1932	71.2
	−190.8 „ −80.7	0.1400	51.5
$C_2O_4H_2 . 2H_2O$	0 „ −75.2	0.2969	37.39
	−190.6 „ −81.9	0.1975	24.91
$C_2O_4H_2$	0 „ −75.8	0.2263	20.39
	−189.0 „ −81.9	0.1580	14.22
$Na_2HPO_4 . 12H_2O$	0 „ −74.5	0.3542	127.0
„ [1]	0 „ −75.3	0.3527	126.4
$Na_2HPO_4 . 7H_2O$ [1]	0 „ −75.3	0.3095	83.1
$CnSO_4$	0 „ −77.1	0.1302	20.78
	−188.7 „ −80.2	0.0882	14.08
$CnSO_4 . H_2O$	0 „ −77.5	0.1535	27.28
	−189 „ −79.7	0.1026	18.24
Benzophenon krist.	+ 40.6 „ + 3.0	0.3051	55.6
	+ 19.3 „ + 1.3	0.2826	51.46
	− 76.6 „ − 1.2	0.2300	41.9
	−190.3 „ −82.1	0.1514	27.58
Benzophenon flüssig	+ 40.2 „ + 3.4	0.3825	69.7
	+ 18.7 „ + 1.5	0.3684	67.1
	−191.6 „ −81.7	0.1526	27.8
Betol krist.	+ 76.8 „ +19.3	0.2962	78.20
	+ 64.6 „ +17.5	0.2831	74.74
	0 „ −76.2	0.2163	57.10
	−190.4 „ −81.1	0.1415	37.36
Betol flüssig	+ 87.4 „ +19.4	0.3722	98.26
	+ 75 „ +20.7	0.3638	96.04
	+ 63.3 „ +19.2	0.3553	93.80
	0 „ +75.2	0.2495	65.87
	−190.4 „ −81.1	0.1445	38.15

[1] Auf dieses Molekül umgerechnet.

Untersuchungen über die spezifische Wärme bei tiefen Temperaturen. II.

Von W. Nernst.

(Aus dem Physikalisch-Chemischen Institut der Universität Berlin.)

(Vorgetragen am 17. Februar 1910 [s. oben S. 165].)

Die in der Mitteilung I zusammengestellten Messungen liefern nur mittlere Werte der spezifischen Wärme, die sich über ein ziemlich bedeutendes Temperaturintervall erstrecken. Wenn man über ihren Verlauf, besonders auch bei sehr tiefen Temperaturen, orientiert sein will, so erscheint eine ergänzende Methode erwünscht, welche die wahren spezifischen Wärmen liefert.

Eine solche Methode hat nun kürzlich auf meinen Vorschlag Hr. Dr. Eucken[1] ausgearbeitet, und so habe ich, von meinem Privatassistenten Hrn. Dr. Pollitzer mit Eifer und Verständnis unterstützt, zunächst auf diesem Wege in obiger Richtung zu arbeiten begonnen.

Das Prinzip der Methode besteht einfach darin, daß die zu untersuchende Substanz selber als Kalorimeter dient und durch einen Platindraht, dem eine gemessene Quantität elektrischer Energie zugeführt wird, um einige Grade erwärmt wird; diese Erwärmung wird durch den gleichen Platindraht bestimmt, indem er zugleich als Widerstandsthermometer dient.

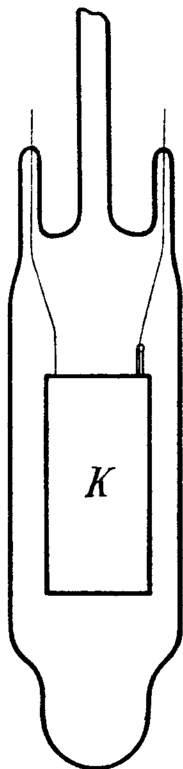
Es war bereits Eucken durch mannigfach variierte Versuche gelungen, diese Methode auf eine ziemlich einfache Form zu bringen; auch ich habe eine Reihe verschiedener Abänderungen versucht, bin jedoch schließlich wieder im wesentlichen zu der von Eucken mit großem Geschick ausgearbeiteten Form der Methode zurückgekehrt.

---

[1] Physik. Zeitschr. 10, 586 (1909).

Versuchsanordnung. In Fig. 4 bedeutet *K* das eigentliche Kalorimeter, das an den beiden Zuführungsdrähten aufgehängt ist; dasselbe befindet sich in einem birnenförmigen Gefäß, das durch eine Gädepumpe und meistens auch noch durch in flüssiger Luft abgekühlte und vorher im Vakuum sehr stark ausgeglühte Holzkohle möglichst gut evakuiert wird. Die Widerstandsmessung erfolgte mit Hilfe einer kalibrierten Stöpselbrücke; die zugeführte Energie wurde mit Präzisionsvolt- und Amperemetern bestimmt, wobei natürlich der das Voltmeter durchfließende Strom von den Angaben des Strommessers abgezogen wurde.

Fig. 4.



Der Widerstand des Platindrahtes betrug bei 0° in der Regel einige hundert Ohm; derselbe war von Heraeus als reinstes Platin bezogen und wurde bis —80° luftthermometrisch, bei sehr tiefen Temperaturen mit dem für diese Zwecke ganz ausgezeichneten Stockschen Sauerstoffthermometer[1] kalibriert; das letztere hat einen hohen Grad von Zuverlässigkeit gewonnen, seitdem neuerdings der Dampfdruck des Sauerstoffs von TRAVERS und von KAMMERLINGH-ONNES genau gemessen wurde. Aus diesen Eichungen wurden in Anlehnung an die eingehenden Arbeiten von KAMMERLINGH-ONNES[2] Tabellen für die Abhängigkeit des Widerstands von der Temperatur berechnet. Das einzelne dieser Messungen, das für die hier befolgten Zwecke unwesentlich ist, soll an einem anderen Orte mitgeteilt werden.

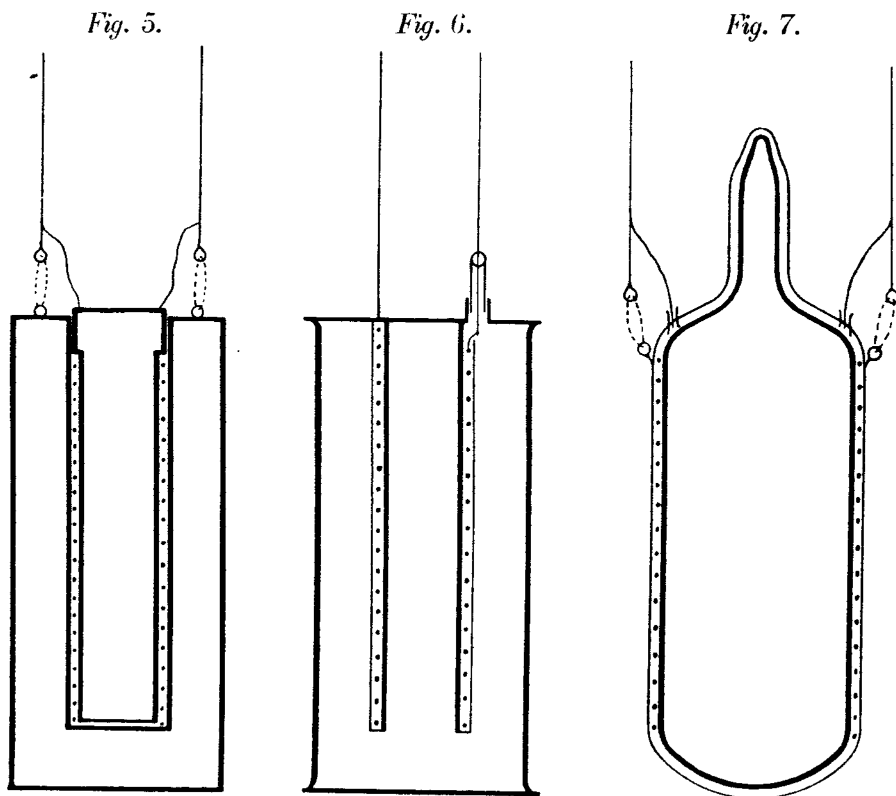
Das Gelingen der Versuche hängt in erster Linie von der Güte des Vakuums ab; treten hierin während einer Messung Störungen ein, so können erhebliche Fehler unterlaufen. Eine Kontrolle des Vakuums durch ein Geißlerrohr ist daher durchaus erforderlich. Wer nach der hier beschriebenen Methode zu arbeiten gedenkt, möge hierauf und besonders auf die Benutzung von Vorrichtungen achten, die ein möglichst vollkommenes Vakuum zu erzielen imstande sind. Auf der anderen Seite aber darf betont werden, daß, zumal bei tiefen Temperaturen, bei denen die Strahlung und somit der Wärmeaustausch des Kalorimeters immer kleiner wird, die Exaktheit der Methode ganz außerordentlich groß gemacht werden kann. In der vorliegenden Arbeit wurde zunächst nur eine Genauigkeit von etwa 1 Prozent angestrebt, doch zeigte sich bald, daß man erheblich weiter kommen kann.

---

[1] Ber. d. Chem. Ges. **39**, 2066 (1906).
[2] Mitteilungen aus dem Physikal. Lab. in Leiden Nr. 95 u. 99.

Kalorimeter. Als Kalorimetergefäße kamen die drei nachfolgend abgebildeten Formen zur Verwendung:

Metalle konnten ihrer guten Wärmeleitung wegen ohne jede weitere Umhüllung einfach in Gestalt eines Blocks benutzt werden; derselbe hatte zylindrische Gestalt und war mit einer Bohrung versehen, in die ein aus gleichem Metall gefertigter und mit Platindraht umwickelter Dorn eingesetzt wurde. Zur Isolierung diente dünnes, paraffiniertes Papier; der sehr kleine Zwischenraum zwischen Dorn


Fig. 5. *Fig. 6.* *Fig. 7.*

und Block wurde mit Paraffin ausgegossen. Der obere Teil des Dorns war etwas dicker, so daß er in die Bohrung eingeschlagen werden konnte, um den Wärmeausgleich durch guten Kontakt zu befördern (Fig. 5).

Schlecht leitende Substanzen wurden in das Fig. 6 gezeichnete Silbergefäß gefüllt; dasselbe trägt die Platinwicklung an einem innen angelöteten Silberrohr, durch welches zugleich der Wärmeausgleich befördert wird. Die Wickelung geschah wie oben beschrieben; zur Isolation diente Schellack und Seidenpapier. Der Platindraht wird mit einem Ende an das Silbergefäß gelötet; das andere geht isoliert durch ein an das Silbergefäß angelötetes Platinröhrchen, dessen Ende mit Einschmelzglas luftdicht verschlossen wird. Zum weiteren Schutze

der Platinwicklung wird um das innere Rohr noch Staniol herumgewickelt. Es ist unbedingt nötig, daß im Innern des Silbergefäßes zur Beförderung des Temperaturausgleichs Luft vorhanden ist[1]; es wurde daher nach Einfüllen der Substanz der untere Deckel sorgfältig verlötet. Trat gelegentlich eine Undichtigkeit des Silbergefäßes auf, so verriet sich dies durch ein starkes Ansteigen der Temperatur des Platindrahtes während der Heizung und durch den überaus langsamen Wärmeausgleich.

Die dritte Form (Fig. 7) wird sich hauptsächlich für Flüssigkeiten empfehlen; sie besteht aus einem Glasgefäß, in das die zu untersuchende Substanz und passend als Gas Wasserstoff gefüllt wird und das hierauf zugeschmolzen wird. Der Platindraht ist um das Gefäß gewickelt und das Ganze ist von einem etwa 0.1 mm starken Silberblech umgeben. Die Zwischenräume zwischen Glas und Silberblech sind mit Paraffin ausgefüllt. Wegen der schlechten Wärmeleitung des Glases ist der Wärmeausgleich langsam; das Gefäß verlangt also ein sehr gutes Vakuum. Es wurde nur in wenigen Fällen benutzt; man wird es nur dann wählen, wenn das Silbergefäß aus irgendwelchen Gründen nicht anwendbar ist.

Die Wärmekapazität der beschriebenen Gefäße wurde stets durch besondere Versuche, bei denen sie ohne Inhalt benutzt wurden, ermittelt; die gefundenen Zahlen stimmten übrigens stets praktisch vollkommen mit den aus den spezifischen Wärmen ihrer Bestandteile berechneten überein. Zur Erleichterung dieser Rechnung dienen die am Schluß dieses Abschnitts für Silber, Glas und Paraffin gegebenen Tabellen.

Um das jedesmalige Einschmelzen des Kalorimeters zu ersparen, wurden viele Versuche mit großen Schliffen ausgeführt; wenn man aber, ähnlich wie EUCKEN, den Schliff außerhalb des Kältebades anbringt, so hat man bei Anwendung kurzer Gefäße Störungen durch die Wärmestrahlung, wie ja auch die Versuche EUCKENS etwa 20° oberhalb der Temperatur der flüssigen Luft ausgeführt werden mußten; lange Gefäße sind von diesem Mißstande frei, verbrauchen aber viel flüssige Luft. Versuche, bei denen der Schliff in die flüssige Luft eintauchte, wobei als Dichtung Pentan diente, mißlangen häufig.

Zwei typische Beispiele. Die Ausführung der Messungen wird am besten veranschaulicht werden, wenn wir je einen mit einem Metallblock und mit dem Silbergefäß ausgeführten Versuch eingehender besprechen.

Bleiblock, 396.3 g Blei, 1.07 g Paraffin, Schellack und Papier, dessen Wasserwert bei —212° 0.13 beträgt. Der Widerstand des

[1] Vgl. EUCKEN a. a. O.

Platindrahts (0.04 mm) beträgt bei 0° 82.23 Ohm. Bei diesen Messungen befand sich das Vakuumgefäß mit flüssiger Luft in einem Glaszylinder, der oben durch eine starke Messingplatte luftdicht verschlossen war; das Glasrohr des Fig. 4 gezeichneten Gefäßes ging durch eine mit einem Kork verschlossene Öffnung zur Luftpumpe. Dadurch, daß mittels der Gädeschen Kapselpumpe in dem erwähnten Glaszylinder vorsichtig ein immer besseres Vakuum hergestellt wurde, sank die Temperatur des Bades, welches das Glasgefäß, in dem sich der Bleiblock befand, bespülte, bis unter —210°. Anfänglich war das Glasgefäß, welches den Bleiblock enthielt, mit Wasserstoff von etwa 1 mm Druck gefüllt, damit der Block nahe die Temperatur des Bades annimmt; dann erst wurde ein möglichst vollkommenes Vakuum hergestellt, und zwar wurde der Wasserstoff vor dem Evakuieren durch wiederholtes Ausspülen mit Luft entfernt. Folgende Widerstände wurden bei den darüberstehenden Zeiten gemessen:

Zeit:	0	10′	20′	30′
Widerstand:	10.868	10.854	10.852	10.853

Hierauf wurde während vier Minuten ein sorgfältig konstant regulierter Strom von 0.1510 A hindurchgesandt; die Spannung, die nach Umlauf der ersten Viertelminute alle halbe Minute abgelesen wurde, stieg relativ nur wenig, ein Zeichen, daß (worauf man achten muß) der Platindraht in gutem Wärmekontakt mit dem Block sich befindet. Folgende Spannungen wurden gemessen:

1.555 1.56 1.575 1.585 1.595 1.60 1.61 1.61; Mittel 1.586 Volt.

Da das Voltmeter 0.0066 A verbrauchte, so betrug die dem Platindraht zugeführte Energie:

$$(0.1510-0.0066).1.586.0.2388.240 = 13.13 \text{ cal.}$$

An den beiden Enden des Platindrahtes waren zwei je 1 cm lange Konstantandrähte angelötet, deren Widerstand 0.3 Ohm betrug, um die Wärmeableitung des Platindrahtes zu den Kupferdrähten sehr klein zu machen. Man kann die gewiß annähernd zutreffende Annahme machen, daß die in den Konstantandrähten entwickelte Wärme sich so zur Hälfte zwischen Block und Kupferdrähten teilt. Da der Widerstand des Konstantans in obigen Zahlen einbegriffen ist, so muß demnach die obige Energie um $\frac{0.15}{11} = 0.14$ verkleinert werden, so daß 12.99 cal. resultieren.

Die sich unmittelbar an die Heizung anschließende Fortsetzung der Widerstandsmessungen ergab:

Zeit:	35′	40′	45′	50′	55′
Widerstand:	11.325	11.260	11.260	11.260	11.260

Wie man sieht, hat man es hier mit einem idealen Kalorimeter zu tun, dessen Temperaturgang vor und nach der Erwärmung praktisch null ist.

Die Erwärmung beträgt 10.853 — 11.260 = 0.407, entsprechend 1.195°; es beträgt somit die Wärmekapazität des ganzen Blocks $\frac{12.99}{1.195}$ = 10.87 und diejenige des Bleis selber (im folgenden mit *WC* korr. bezeichnet) 10.74. Da die Bleimenge $\frac{396.3}{206.9}$ = 1.916 g-Atome beträgt, so folgt für die Atomwärme des Bleis

$$\frac{10.74}{1.916} = 5.61 \text{ bei } -212^\circ.$$

Als Beispiel eines mit dem Silbergefäß angestellten Versuchs sei eine mit Natriumphosphat + $12H_2O$ erhaltene Zahl besprochen. Das Gewicht des Salzes betrug 62.79 g, d. h. $\frac{62.79}{358.3}$ = 0.1752 Mol.; das Gewicht des Silbers nebst des zur Isolation des Platindrahtes benutzten Schellacks betrug 55.1, der Wasserwert der Umhüllung wurde durch eine besondere Versuchsreihe bei verschiedenen Temperaturen bestimmt und ergab sich bei — 74° zu 3.39. Der Widerstand des Platindrahts war 329.8 bei 0°.

Der Temperaturgang vor dem Erhitzen war:

Zeit:	0	5	10
Widerstand:	231.92	231.85	231.80

Hierauf wurde während 3′ eine konstante Spannung von 18.1 Volt angelegt; der Strom betrug 0.0778 im Mittel, er fiel während des Versuchs nur um 1.4 Prozent, ein Beweis, wie schnell durch die dünne Schellackisolierung die Stromwärme dem Silbergefäß nebst Inhalt zugeführt wurde. Die entwickelte Energie ergibt sich aus obigen Zahlen zu 60.55 cal. Die S. 266 besprochene Korrektion ist hier gänzlich zu vernachlässigen, weil der Widerstand der Konstantandrähte gegen den des Platindrahts verschwindet.

Der weitere Gang des Widerstandes war:

Zeit:	15	17.5	20	22.5	25
Widerstand:	235.41	235.32	235.29	235.25	235.21

In der Mitte der Erhitzungszeit (12.5) wäre der Widerstand ohne Erhitzung 231.78 gewesen; aus dem regelmäßigen Gang der Abkühlung, der bereits zur Zeit 17.5 eingetreten war, extrapolieren wir für die Zeit 12.5 235.38, so daß als wirklicher Effekt 3.60, entsprechend 2.727° verbleiben. Somit folgt die Wärmekapazität für $t = -74°$

$$WC = \frac{60.55}{2.727} = 22.20, \quad WC\,(\text{korr.}) = 18.81,$$

$$\text{Molekularwärme} = \frac{18.81}{0.1752} = 107.4.$$

In einzelnen Fällen war infolge mangelnder Güte des Vakuums der Gang etwas größer, doch immerhin nicht so groß, daß merkliche Unsicherheiten durch die dadurch bedingte Korrektion entstanden. Durch besondere Versuche, die mit absichtlich verschlechtertem Vakuum ausgeführt wurden, gewann man ein Bild über die hierdurch möglichen Fehler; diese können beträchtlich werden, wenn im Kalorimeter infolge schlechter Wärmeisolierung erhebliche Temperaturdifferenzen auftreten. Es sind daher nur solche Versuche in den folgenden Tabellen aufgenommen, bei denen das Vakuum hinreichend gut war.

Versuchsergebnisse.

Im folgenden bedeutet t die Mitteltemperatur während der Heizung, E die hierzu verwandte Energie, WC die Wärmekapazität von Kalorimeter und Inhalt, WC korr. diejenige der Substanz selber, MW Molekularwärme (bei Elementen Atomwärme), c spezifische Wärme. Es kamen folgende Substanzen zur Untersuchung:

Blei, von gleicher Herkunft wie S. 254. Drei verschiedene Blöcke kamen im Laufe der Versuche zur Verwendung.

Erster Block, Gewicht 362.6 g.

t	E	WC	WC korr.	MW
0	21.23	11.99	10.99	6.27
− 80	19.07	11.28	10.65	6.07

Zweiter Block, Gewicht 327.65 g.

t	E	WC	WC korr.	MW
− 71	37.10	10.52	9.86	6.23
− 75	46.64	10.60	9.94	6.27
−172	16.31	9.49	9.10	5.75
−180	136.9	9.43	9.05	5.72
−183	27.68	9.55	9.17	5.79
−185	26.86	9.56	9.18	5.80

Dritter Block, Gewicht 396.3 g.

t	*E*	*WC*	*WC* korr.	*MW*
—191	30.8	10.88	10.71	5.66
—195	29.16	11.04	10.87	5.67
—197	18.46	11.15	10.98	5.73
—206	22.86	11.04	10.90	5.70
—208	21.58	10.97	10.84	5.67
—210	20.41	10.95	10.82	5.65
—212	12.99	10.87	10.74	5.61

Silber, als rein von der Frankfurter Scheideanstalt bezogen.

Erster Block 293.4 g.

t	*E*	*WC*	*WC* korr.	*MW*
— 65	93.12	16.72	16.09	5.92
— 73	53.09	16.20	15.57	5.73
—187	12.31	11.94	11.65	4.29
—187	29.11	12.25	11.96	4.40
—189	19.97	12.33	12.04	4.43

Zweiter Block 276.6 g.

Hier bestand der innere Dorn aus Blei, daher eine etwas größere Korrektion am Wasserwert.

t	*E*	*WC*	*WC* korr.	*MW*
—207	14 86	12 31	9.61	3.75
—209	21.81	12.24	9.54	3.72

Paraffin, 18.1 g im Silbergefäß.

t	*E*	*WC*	*WC* korr.	*c*
—184	18.56	4.77	2.97	0.164
—190	20.78	4.26	2.89	0.160

Thüringer Glas, untersucht im Glasgefäß, das mit 102.6 Glas gefüllt war, wozu noch 18.2 Glas des Gefäßes kommen.

t	*E*	*WC*	*WC* korr.	*c*
— 74	84.2	19.8	17.1	0.142
—180	67.0	10.4	8.79	0.0729
—183	41.5	9.93	8.37	0.0692
—185	21.1	9.53	7.98	0.0660
—189	40.45	9.32	7.83	0.0648

Jod, untersucht im Glasgefäß. Da diese Versuche zu den ersten gehören und infolge mäßigen Vakuums nur orientierenden Wert besitzen, so seien sie hier nur ganz kurz erwähnt:

Temperatur:	—70	—74	—178	—180	—184
Atomwärme:	5.89	5.86	5.46	5.21	5.31

Jodsilber, 73.25 g im Silbergefäß.

t	E	WC	WC korr.	MW
− 73	37.20	6.49	3.53	11.32
−184	19.10	5.07	3.00	9.62
−186	18.23	5.01	2.94	9.43

Schwefel. Derselbe wurde in der monoklinen und rhombischen Form untersucht, und zwar wurde das Kalorimeter mit nach S. 255 dargestelltem monoklinen Schwefel beschickt, rasch abgekühlt und bei verschiedenen Temperaturen gemessen. Hierauf wurde der in Fig. 4 gezeichnete Apparat nach Einlassen von Luft 24 Stunden auf etwa 20° gehalten, während welcher Zeit die Umwandlung in die rhombische Modifikation sicher erfolgen mußte. Nachdem nunmehr wieder abgekühlt und evakuiert worden war, begann die zweite Serie von Versuchen, bei welchen also das Kalorimeter im übrigen ganz unverändert geblieben war, so daß die beiden Serien völlig vergleichbar sind. Unmittelbar nach dieser Versuchsweise wurde das Kalorimeter geöffnet. wobei man sich davon überzeugte, daß in der Tat nunmehr rhombischer Schwefel im Apparat war. Als einfaches Kriterium hierfür kann die Tatsache dienen, daß monokliner Schwefel sich mit einem scharfen Messer leicht, etwa wie Paraffin, nach der Umwandlung aber schwierig, etwa wie Zucker, schneiden läßt.

Eine erste Versuchsreihe wurde im Glasgefäß ausgeführt, das mit 59.0 g beschickt war.

Monokliner Schwefel.

t	E	WC	WC korr.	c
−171	35.5	8.88	5.80	0.0983
−176	44.2	8.45	5.51	0.0935
−186	32.7	8.00	5.32	0.0904

Rhombischer Schwefel.

t	E	WC	WC korr.	c
−180	31.4	8.19	5.36	0.0911
−185	33.1	7.89	5.19	0.0880
−189	34.8	7.83	5.23	0.0886

Bei einer zweiten Reihe wurde das Silbergefäß mit 65.5 g Schwefel benutzt.

Monokliner Schwefel.

t	E	WC	WC korr.	c
− 72	61.91	13.05	9.87	0.1498
− 73	64.26	13.54	10.21	0.1558
− 79	44.23	13.24	10.04	0.1532
−182	32.01	8.49	6.07	0.0920
−184	23.17	8.37	5.97	0.0905
−186	27.87	8.18	5.79	0.0881
−190	26.53	7.74	5.41	0.0826

Rhombischer Schwefel.

t	E	WC	WC korr.	c
− 71	64.50	13.20	10.12	0.1520
− 75	65.00	12.78	9.71	0.1459
− 76	64.92	12.78	9.71	0.1459
−186	34.38	8.14	5.75	0.0874
−190	36.30	7.80	5.47	0.0835

Die beiden mit verschiedenen Kalorimetern ausgeführten Versuchsreihen stimmen vortrefflich untereinander.

Eis. 35.65 g wurden in Stücken in das Silbergefäß gefüllt, das hierauf rasch zugelötet, in den Glasmantel eingeschmolzen und abgekühlt wurde.

t	E	WC	WC korr.	MW
− 7.0	60.8	23.7	20.3	10 3
− 9.5	62.0	23.0	19.6	9.90
− 70	62.0	16.83	13.59	6.87
− 73	62.6	16.50	13.27	6.71
− 76	64.35	16.39	13.18	6.66
− 81	66.0	16.00	12.80	6.47
− 85	67.9	15.69	12.51	6.32
−189	36.0	8.91	6.57	3.32
−189	36.6	9.15	6.81	3.44
−190	36.5	8.88	6.55	3.31

Ferrozyankalium ($K_4FeCy_6 + 3H_2O$); 50.62 g.

t	E	WC	WC korr.	c
− 74	63.79	14.9	11.7	0.231
− 74	64.18	14.7	11.5	0.227
− 75	42.94	14.8	11.6	0.229
− 76	43.20	14.4	11.2	0.221
−188	35.34	8.55	6.26	0.1237
−190	36.11	8.42	6.13	0.1211
−191	24.88	8.49	6.20	0.1225

Dasselbe Salz, weitgehend entwässert ($K_4FeCy_6 + 0.20H_2O$); 43.7 g.

t	E	WC	WC korr.	c
− 74	42.26	11.50	8.32	0.1904
− 76	42.88	11.63	8.45	0.1933
−188	34.90	7.10	4.80	0.1098
−188	34.62	6.90	4.60	0.1052
−190	24.24	7.14	4.84	0.1107

Oxalsäure $(COOH)_2 + 2H_2O$; 52.26 g im Silbergefäß.

t	E	WC	WC korr.	MW
− 75	50.07	16.77	13.24	31.97
− 78	75.83	16.46	12.96	31.30
− 82	52.07	16.18	12.72	30.72
−183	25.15	9.87	7.36	17.77
−185	39.13	9.83	7.35	17.75
−188.5	41.04	9.39	6.93	16.73
−189	40.99	9.13	6.68	16.13

Dasselbe Präparat, quantitativ entwässert; 47.17 g.

t	*E*	*WC*	*WC* korr.	*MW*
−181	36.70	8.14	5.61	10.72
−186	38.81	8.05	5.57	10.65
−188	27.48	8.00	5.54	10.58
−188	40.05	8.02	5.56	10.62

Dasselbe, 52.84 g.

t	*E*	*WC*	*WC* korr.	*MW*
− 71	59.69	14.09	10.83	18.41
− 74	60 48	13.98	10.69	18.17
−187	33.02	8.41	6.15	10.44
−187	32.78	8.34	6.08	10.34
−189	22.71	8.26	6.02	10.23

Natriumphosphat. ($Na_2HPO_4 . 12H_2O$); 62.79 g.

t	*E*	*WC*	*WC* korr.	*MW*
− 69	95.74	22.7	19.27	110.0
− 72	73.08	22.57	19.16	109.4
− 74	60.55	22.2	18.81	107.4
− 76	40.93	21.82	18.45	105.3
−182	46.84	12.28	9.89	56.5
−185	32.72	11.79	9.43	53.8
−188	33.56	11.62	9.29	53.0
−190.5	23.31	11.41	9.10	51.9

Dasselbe Salz, entwässert, so daß es der Formel $Na_2HPO_4 . 7.515H_2O$ entspricht; 52.65 g.

t	*E*	*WC*	*WC* korr.	*MW*
− 69.5	72.58	18.13	14.78	77.9
− 73	73.88	18.07	14 76	77.8
− 76	49.88	17.86	14.58	76.9
−185	48.89	9.87	7.56	39.85
−187.5	33.81	9.64	7.36	38.8
−190	35.29	9.39	7.13	37.6

In der folgenden Tabelle sind die Mittelwerte aus den vorstehenden Beobachtungen zusammengestellt; dieselben dürften im allgemeinen auf 1 Prozent zuverlässig sein. Gleichzeitig sind, wo es nötig war, die Zahlen für die kristallwasserhaltigen Salze auf die danebenstehende Molekularformel umgerechnet.

Die graphische Darstellung zeigt deutlich, zumal, wenn man die in den vorstehenden Abschnitten erhaltenen Zahlen damit kombiniert, daß sich die Molekularwärmen meistens nahe geradlinig mit der Temperatur ändern. So war es denn in diesen Fällen leicht möglich, dadurch, daß man die verschiedenen, bei nahestehenden Temperaturen ausgeführten Messungen auf die gleiche Temperatur (meistens −75° und −190°) umrechnete, genaue Mittelwerte zu erhalten.

Die unter den betreffenden Temperaturen befindlichen Zahlen bedeuten die Wärmekapazität des danebenstehenden Formelgewichts; eingeklammert darunter befinden sich die spezifischen Wärmen.

Substanz	Formel	Formelgewicht	−75°	−180°	−185°	−190°	−210°
Silber	Ag	107.9	5.78 (0.0536)	—	—	4.31 (0.0400)	3.70 (0.0343)
Jodsilber	AgJ	234.80	11.29 (0.0480)	—	9.52 (0.0405)	—	—
Schwefel, rhombisch	S	32.07	4.72 (0.1473)	2.93 (0.0915)	—	2.70 (0.0843)	—
Schwefel, monoklin .	S	32.07	4.90 (0 1529)	2.97 (0.0925)	—	2.74 (0.0854)	—
Jod[1]	J	127.0	6.05 (0.0476)	—	5.30 (0.0417)	—	—
Ferrozyankalium . . .	$K_4Fe(CN)_6 . 3H_2O$	422	96.2 (0.228)	—	—	51.5 (0.1221)	—
Dasselbe, wasserfrei	$K_4Fe(CN)_6$	368	69.6 (0.1891)	—	—	39.6 (0.1075)	—
Oxalsäure	$(COOH)_2 . 2H_2O$	126.05	31.76 (0.252)	—	17.22 (0.1367)	—	—
Dasselbe, wasserfrei	$(COOH)_2$	90.02	18.11 (0.201)	—	10.62 (0.1180)	—	—
Natriumphosphat . .	$Na_2HPO_4 . 12H_2O$	358.2	107.1 (0.299)	—	—	52.1 (0.1454)	—
» . .	$Na_2HPO_4 . 7H_2O$	268.1	73.8 (0.275)	—	—	36.5 (0.1361)	—

Besonders wichtig sind die spezifischen Wärmen von Blei (als zweckmäßiger Substanz zum Eichen eines Kalorimeters), von Eis und ferner von Silber, Glas und Paraffin, welch letztere als vielfach bei der Herstellung der Kalorimeter benutzte Substanzen einen Beitrag zum Wasserwert liefern.

In folgender Tabelle befinden sich die für eine Reihe von Temperaturen berechneten Werte:

t	Molekularwärmen von			Spezifische Wärmen von		
	Blei	Eis	Silber	Silber	Glas	Paraffin
0	6.31	—	6.00	0.0556	0.182	0.47
− 10	6.29	9.60	5.98	554	177	43
− 20	6.27	8.62	5.95	551	172	40
− 30	6.25	8.11	5.92	549	167	375
− 40	6.22	7.72	5.89	546	162	35

[1] Unter Berücksichtigung der Zahlen von KOREF (vgl. S. 256).

t	Molekularwärmen von			Spezifische Wärmen von		
	Blei	Eis	Silber	Silber	Glas	Paraffin
— 50	6.20	7.37	5.86	543	156	34
— 60	6.17	7.06	5.83	540	150	32
— 70	6.14	6.74	5.79	537	144	31
— 80	6.11	6.44	5.75	533	138	30
— 90	6.09	6.14	5.70	528	132	29
—100	6.05	5.85	5.65	524	125	28
—110	6.02	5.56	5.59	518	119	27
—120	5.99	5.28	5.52	512	113	26
—130	5.96	4.99	5.45	505	106	25
—140	5.92	4.71	5.35	496	100	24
—150	5.89	4.42	5.24	486	093	23
—160	5.85	4.14	5.10	473	086	21
—170	5.81	3.86	4.93	457	079	20
—180	5.77	3.58	4.71	437	0715	18
—190	5.73	3.30	4.40	408	063	16
—200	5.69	3.02	4.05	375	055	14
—210	5.65	—	3.70	343	047	12

Für Eis lassen sich die Beobachtungen von KOREF und mir gut durch die Formel ausdrücken:

$$8.47 + 0.0276\,t - \frac{14.0}{t},$$

dieselbe gibt insbesondere auch das starke Ansteigen in der Nähe des Schmelzpunktes wieder, versagt aber natürlich in der nächsten Nähe desselben:

Temperatur	ber.	beob.	Beobachter
— 7.0	10.3	10.3	NERNST
— 9.5	9.66	9.90	»
— 73	6.65	6.77	»
— 83	6.35	6.40	»
—189.3	3.32	3.35	»
— 2.9 bis — 76.9	7.87	7.82	KOREF
—15.3 » — 75.9	7.58	7.51	»
—81.7 » —189.5	4.85	4.79	»

Daß die von KOREF und mir ganz unabhängig erhaltenen Werte sich durch die gleiche einfache Formel wiedergeben lassen, illustriert zugleich die in diesem wie auch in allen anderen Fällen beobachtete gute Übereinstimmung der beiden gänzlich verschiedenen Methoden; fast nirgends sind die Abweichungen größer, als den auf etwa 1 Prozent zu veranschlagenden Fehlergrenzen beider Methoden entspricht, und meistens geht die Übereinstimmung weiter.

Für Eis liegen außerdem noch folgende Beobachtungen vor:

Temperatur	ber.	beob.	Beobachter
—15.0	9.11	9.03	BOGOJAWLENSKY[1]
—29.2	8.14	7.96	„
—48.3	7.43	7.18	„
0 bis — 78	etwa 7.9	8.16	REGNAULT
0 „ —185	etwa 6.1	6.21	NORDMEYER und BERNOULLI[2]
— 18 „ — 78	7.56	8.34	DEWAR[3]
— 78 „ —188	4.85	5.14	„
—188 bis —252.5	etwa 2.4	2.63	„

Die Werte von BOGOJAWLENSKY sind einige Prozent kleiner als diejenigen von KOREF und mir, zeigen aber den gleichen Temperaturgang. Der von REGNAULT auf Blei bezogene und mit den obigen Werten umgerechnete Wert ist ein wenig höher; merklich zu hohe Werte scheint DEWAR erhalten zu haben, was sich aber zum Teil wohl daraus erklärt, daß der von ihm für Blei angenommene Wert für sehr tiefe Temperaturen zu hoch sein dürfte.

Die Werte von Silber, Glas und Paraffin sind nach den Beobachtungen von KOREF und mir graphisch interpoliert; bei der letzten Substanz wurden auch die Werte von DEWAR (a. a. O.) berücksichtigt.

Die Atomwärme von Blei ändert sich sehr nahe linear; folgende Tabelle enthält die nach der Formel

$$6.31 + 0.2 \frac{t}{100}$$

berechneten Werte

t	ber.	beob.	Beobachter
+69	6.45	6.44	GAEDE[4]
+58	6.43	6.41	„
+25	6.36	6.35	„
0	6.31	6.27	NERNST
—40	6.23	6.22	KOREF

für tiefere Temperaturen fallen die Werte merklich rascher ab, so daß hier zu setzen ist

$$6.31 + 0.2 \frac{t}{100} - 0.55 \frac{t^2}{10^5}.$$

t	ber.	beob.	Beobachter
— 80	6.11	6.17	NERNST
—190	5.73	5.71	„
—210	5.65	5.64	„

[1] Schriften der Naturforscher-Ges. Dorpat 1904, Bd. 13.
[2] Verhandl. d. Physik. Ges. 9 179 (1907).
[3] Proceedings R. Soc. A 76 330 (1905).
[4] Physik. Zeitschr. 4, 105 (1902).

Nach dieser Formel sind die Werte in der Tabelle S. 273f. berechnet; dieselbe liefert übrigens für die mittlere Atomwärme zwischen +20 und —80 und zwischen +20 und —190 bzw. 6.24 und 6.08, während Behn[1] 6.21 und 6.13 fand.

Trägt man die erhaltenen Zahlen graphisch auf, so erhält man in den meisten Fällen nahe geradlinige, bei tiefen Temperaturen häufig stark beschleunigt abfallende Kurven, so daß man den deutlichen Eindruck gewinnt, als ob die spezifischen Wärmen bei sehr tiefer Temperatur null werden oder wenigstens sehr kleine Werte annehmen. Dies ist qualitativ im Einklang mit der von Hrn. Einstein[2] entwickelten Theorie; mit der quantitativen Bearbeitung des Beobachtungsmaterials nach dieser Richtung sind die HH. Lindemann und Magnus beschäftigt. Gerade für diese Frage erscheinen Versuche bei der Temperatur des siedenden Wasserstoffs erwünscht; ich hoffe, daß die beschriebenen Methoden auch hierfür brauchbar sein werden.

Thermodynamische Verwertung der gewonnenen Zahlen. Das in dieser und der vorstehenden Arbeit mitgeteilte Zahlenmaterial ermöglicht eine relativ scharfe Prüfung des von mir aufgestellten Wärmetheorems.

Der Umstand, daß die spezifischen Wärmen bei tiefen Temperaturen sehr klein oder gar null werden, bringt es natürlich mit sich, daß der eine Teil des Theorems

$$\lim \frac{dU}{dT} = 0 \text{ für } T = 0$$

(U Änderung der gesamten Energie) sehr genau oder völlig exakt gilt. Da aber hieraus zugleich zu schließen ist, daß die Atome fester Körper (wozu bei sehr tiefen Temperaturen auch die amorphen Körper, d. h. die unterkühlten Flüssigkeiten gehören) bei tiefen Temperaturen keinerlei oder nur unmerklich kleine Bewegungen vollführen, so kann sich auch das Kräftepotential nicht ändern, und dies liefert dann sofort die zweite Seite des erwähnten Theorems[3]

$$\lim \frac{dA}{dT} = 0 \text{ für } T = 0.$$

Liefern so unsere Messungen eine mehr prinzipielle Bestätigung des neuen Wärmesatzes, so sind anderseits eine Anzahl Beispiele vorhanden, die sich im einzelnen durchrechnen lassen. Es folgt aus den

[1] Wied. Ann. 66, 237 (1898).
[2] Ann. d. Physik [4] 22, 184 (1907).
[3] Vgl. auch meine Theoret. Chemie 6. Aufl., S. 700.

beiden vorstehenden Grenzgleichungen[1] und aus dem zweiten Wärmesatz, daß, wenn wir mit hinreichender Genauigkeit für eine Reaktion

$$U = U_0 + \beta T^2 + \gamma T^3 + \delta T^4 + \dots \tag{1.}$$

setzen können, dann sich die Affinität der betreffenden Reaktion nach der Gleichung

$$A = U_0 - \beta T^2 - \frac{\gamma T^3}{2} - \frac{\delta T^4}{3} - \dots \tag{2.}$$

berechnen läßt. Und zwar ist

$$\frac{dU}{dT} = 2\beta T + 3\gamma T^2 + 4\delta T^3 + \dots \tag{3.}$$

bekannt, wenn wir die Molekularwärmen der reagierenden Substanzen bei der betreffenden Temperatur kennen. Aus (1) und (2) folgt

$$U - A = 2\beta T^2 + \frac{3}{2}\gamma T^3 + \frac{4}{3}\delta T^4 + \dots \tag{4.}$$



1. $CuSO_4 + H_2O = CuSO_4 . H_2O$.

Es ist $\frac{dU}{dT}$ hier gleich der Molekularwärme des Eises vermindert um diejenige des Kristallwassers. Es folgt so

T	$\frac{dU}{dT}$	$0.005\,T + 0.5 \,.\, 10^{-4} \frac{T^{10}}{10^{20}}$	Beobachter
138	4.85 − 4 16 = 0.69	0 69	KOREF
234	7.76 − 6.50 = 1.26	1.42	KOREF
258	9.23 − 6.75 = 2.48	1.80	KOREF, SCHOTTKY[2]

Der Einfluß des zweiten Gliedes mit T^{10} ist übrigens praktisch fast verschwindend, aber es mußte eingeführt werden, um dem durch das starke Ansteigen der Molekularwärme des Eises bedingten Anwachsen von $\frac{dU}{dT}$ wenigstens annähernd Rechnung zu tragen.

Man findet nun leicht

$$U - A = 405 \text{ bei } T = 273 .$$

Nun beträgt die Wärmetönung obiger Reaktion für flüssiges Wasser bei 18° nach THOMSEN 6460, nach SCHOTTKY 6600, Mittel

[1] Vgl. darüber diese Sitzungsberichte vom 20. Dezember 1906 und meine Theoret. Chemie S. 701.

[2] Zeitschr. f. Physik. Chemie **64**, 415 (1908).

6530, für 0° ist sie um 18 (18 — 6.99) kleiner, beträgt also 6332 und für Eis 6332 — 1440 = 4892.

Anderseits ergibt sich A nach SCHOTTKYS Messungen der Dampfspannung von 4.6 mm Hg bei 90.5° zu

$$A = 1.985\,(273 + 90.5)\,\ln\frac{536}{4.6} = 3433 \text{ cal.}$$

Reduzieren wir mit Hilfe der Gleichung

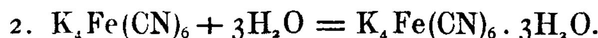
$$A - U = T\,\frac{dA}{dT} \tag{5.}$$

diesen Wert auf $T = 273$, so folgt (unter Berücksichtigung der Veränderlichkeit von U) $\frac{dA}{dT}$ für das Intervall von 0 bis 90.5 im Mittel zu —9.0, und somit ergibt sich

$$A = 3433 + 90.5 \cdot 9 = 4247 \text{ (beob.) für } T = 273\,.$$

Aus unserem Wärmetheorem folgt aber aus lauter thermischen Größen für die gleiche Temperatur, indem wir beachten, daß hier A für festes und flüssiges Wasser einander gleich ist,

$$A = 4892 - 405 = 4487 \text{ (ber.)}.$$



2. $K_4Fe(CN)_6 + 3H_2O = K_4Fe(CN)_6 \,.\, 3H_2O$.

Hier liegen für die spezifischen Wärmen die Werte vor:

T	$\frac{dU}{dT}$	$-0.0098\,T - 0.052\,\frac{T^4}{10^8}$	Beobachter
83	3.30 — 4.00 = —0.70	—0.83	NERNST
137	5.39 — 6.97 = —1.58	—1 53	KOREF
198	6.59 — 8.86 = —2.27	—2.74	NERNST
235	7.76 — 12.00 = —4.24	—3.90	KOREF

Es folgt

$$A - U = 928 \text{ für } T = 273\,.$$

Die Hydratationswärme pro Mol. flüssigen Wassers beträgt nach SCHOTTKY 1100 bei 17°, somit 1100 — 6.17 — 1440 = —442 pro Mol. Eis bei 0°.

Für A liefern die Messungen SCHOTTKYS die Werte

$$\begin{array}{lcccc} t = & 15 & 20 & 25 & 30 \\ A = & 500 & 481 & 465 & 456. \end{array}$$

$\frac{dA}{dT}$ folgt übereinstimmend aus obigen Zahlen wie aus Gleichung (5) zu —2.32 bei 22.5° und bei 0° zu —1.76, so daß sich ergibt

$$A = 473 + 22.5 \, . \, 2.0 = 518 \text{ (beob.)},$$

während anderseits folgt

$$A = 928 - 442 = 486 \text{ (ber.)}.$$



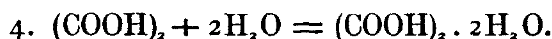
3. $Na_2HPO_4 \, . \, 7H_2O + 5H_2O = Na_2HPO_4 \, . \, 12H_2O$.

Hier liegen die Werte vor:

T	$\frac{dU}{dT}$	Beobachter
83	$3.12 - 3.30 = -0.18$	NERNST
198	$6.66 - 6.59 = +0.07$	NERNST
235	$8.66 - 7.76 = +0.90$	KOREF
265	$9.00 - 9.84 = -0.84$	LINDEMANN-KOREF

Es ist der Verlauf von $\frac{dU}{dT}$ so unregelmäßig, daß eine sichere Wiedergabe durch eine Formel untunlich erscheint; eine Überschlagsrechnung läßt aber leicht erkennen, daß bei $T = 273$ U größer als A sein muß. In der Tat ist nach den interessanten Rechnungen von P. H. MÜLLER[1] bei dieser Temperatur

$$A = 308 \, , \; U = 2043 - 1440 = 653 \, .$$



4. $(COOH)_2 + 2H_2O = (COOH)_2 \, . \, 2H_2O$.

Hier haben wir die Werte

T	$\frac{dU}{dT}$	$-0.004\,T + 0.3 \, . \, 10^{-4}\,T^2$	Beobachter
88	$3.30 - 3.44 = -0.14$	-0.12	NERNST
138	$5.34 - 4.85 = +0.49$	$+0.02$	KOREF
198	$6.82 - 6.59 = +0.23$	$+0.39$	NERNST
235	$8.50 - 7.76 = +0.74$	$+0.72$	KOREF

Die Werte von $\frac{dU}{dT}$ sind hier, verglichen mit Kupfersulfat und Ferrozyankalium, klein und wechseln außerdem das Vorzeichen; man erkennt so auch ohne weitere Rechnung, daß A und U hier nur

[1] Journ. de Chimie et de Physique 7 534 (1909).

wenig und jedenfalls viel weniger voneinander verschieden sein können, als die Unsicherheit der thermochemischen Messung beträgt.

Es genügte daher, eine Reihenentwicklung ausfindig zu machen, die dem beobachteten Verlauf wenigstens einigermaßen wiedergibt; aus der letzten Kolumne vorstehender Tabelle folgt dann

$$U - A = -298 + 306 = 8 \text{ cal. bei } T = 273.$$

Für die Hydratationswärme pro Mol. flüssigen Wassers fanden Berthelot 3100, Thomsen 3165 bei 18°, im Mittel 3133 und umgerechnet auf 0° und auf Eis

$$3133 - 18 \,.\, 7.2 - 1440 = 1563.$$

Anderseits beträgt A nach den Dampfdruckmessungen von Lescœur[1]

$t =$	20	30	40	45	67	78.6
$A =$	1509	1457	1272	1205	1031	967

und nach Jorissen[2]

$t =$	18.15	25.9	32.2	40.0	45.0	50.0
$A =$	1315	1363	1270	1230	1208	1153.

Im Mittel liefert die erste Reihe 1240 bei 46.8°, die zweite 1257 bei 35.2°; mit Hilfe der Gleichung (1) auf 0° umgerechnet liefert die erste Zahl 1525, die zweite 1467, im Mittel 1496. Somit folgt bei $T = 273$

$$A = 1496 \text{ (beob.) und } A = 1563 - 8 = 1555 \text{ (ber.)}.$$

5. Umwandlung des Schwefels.

Es liegen nunmehr sehr viele Messungen über die spezifische Wärme beider Modifikationen vor:

T	$\frac{dU}{dT}$	$2.30\ T \,.\, 10^{-5}$	Beobachter
83	0.0854 — 0.0843 = 0.0011	0.0019	Nernst
93	0.0925 — 0.0915 = 0.0010	0.0021	Nernst
138	0.1185 — 0.1131 = 0.0054	0.0032	Koref
198	0.1529 — 0.1473 = 0.0056	0.0046	Nernst
235	0.1612 — 0.1537 = 0.0075	0.0054	Koref
290	0.1774 — 0.1720 = 0.0054	0.0067	Wigand[3]
293	0.1794 — 0.1705 = 0.0089	0.0067	Koref
299	0.1809 — 0.1727 = 0.0082	0.0069	Wigand
329	0.1844 — 0.1764 = 0.0080	0.0076	Regnault

[1] Ann. Chim.-Phys. [6] **11**, 431 (1887).
[2] Maandbl. v. Naturw. 1894, Nr. 1.
[3] Ann. d. Physik [4] **22**, 79 (1907).

Hier hatte ich schon früher[1] die einfachen Gleichungen aufgestellt (bezogen auf 1 g Schwefel)

$$U = 1.57 + 1.15 \cdot 10^{-5} T^2 \quad , \quad A = 1.57 - 1.15 \cdot 10^{-5} T^2 ,$$

welche sowohl mit den bisherigen thermischen Messungen, wie auch mit denen von A und speziell mit der Umwandlungstemperatur gut stimmen. Die obige Tabelle zeigt, daß nicht nur die durch die Formel

$$\frac{dU}{dT} = c_2 - c_1 = 2.30 \cdot 10^{-5} T$$

vorausgesehene starke Abnahme der Differenz der spezifischen Wärmen eintritt, sondern daß auch hinreichende quantitative Übereinstimmung vorhanden ist. Vielleicht liegt es außerhalb der Beobachtungsfehler, daß die erwähnte Differenz bei tiefen Temperaturen etwas kleiner, bei hohen etwas größer ist, als obiger Formel entspricht; doch sind die Unterschiede zu klein, als daß die Genauigkeit obiger Formeln dadurch merklich beeinflußt werden könnte.

6. Schmelzen des Benzophenons und des Betols.

Leider gelang es bisher nicht, nach meiner Methode die unterkühlten Substanzen zu untersuchen, weil sie regelmäßig vorher kristallisierten. KOREFS Messungen liefern:

Benzophenon.

T	$\frac{dU}{dT}$
137	0.1526 − 0.1514 = 0.0012
295	0.3825 − 0.3051 = 0.0774

Betol (graphisch interpoliert).

T	$\frac{dU}{dT}$
130	0.148 − 0.144 = 0.004
240	0.256 − 0.2205 = 0.0355
320	0.362 − 0.295 = 0.067

Die Messungen TAMMANNS[2] schließen sich den obigen, besonders auch was den Wert der Differenz anlangt, gut an. In beiden Fällen konvergiert $\frac{dU}{dT}$ im Sinne meines Wärmesatzes deutlich bei tiefen Temperaturen gegen Null, doch erlaubt die Genauigkeit der bisherigen Messungen (S. 258f.) noch nicht, die Kurven für A und U mit Sicherheit zu berechnen, wenn man auch leicht durch eine graphische Darstellung sich überzeugen kann, daß die Lage des Schmelzpunktes sich wenigstens annähernd aus der Schmelzwärme[3] und den obigen Werten der spezifischen Wärme ableiten läßt.

[1] Vgl. darüber »Theoret. Chemie« 6. Aufl., S. 703.
[2] Zeitschr. f. physik. Chemie 39, 63 (1899).
[3] Bestimmt von TAMMANN a. a. O.

Zusammenfassung.

In den vorstehenden beiden Abhandlungen wurden zwei Methoden zur Messung spezifischer Wärmen bei tiefen Temperaturen beschrieben, von denen die erste eine Abänderung des bekannten Mischungsverfahrens darstellt und daher nur die mittlere spezifische Wärme für ein bestimmtes Temperaturintervall liefert, die zweite aber die wahre spezifische Wärme bei verschiedenen Temperaturen zu bestimmen erlaubt. Beide Methoden ergänzen sich gegenseitig, und es war mit ihrer Hilfe möglich, den Verlauf der spezifischen Wärme bis etwa —200° für eine Anzahl Substanzen, genauer als bisher möglich war, festzulegen.

Als allgemeinstes Resultat hat sich im Einklang mit den früheren Arbeiten von Behn, Dewar u. a. ergeben, daß die spezifische Wärme bei tiefen Temperaturen stark abfällt, so daß man den Eindruck gewinnt, als ob sie den Forderungen von Einsteins Theorie entsprechend gegen Null konvergiert, und zwar gilt dies Resultat sowohl für kristallisierte wie für amorphe Körper. Untersuchungen bei der Temperatur des siedenden Wasserstoffs werden hierüber wohl die endgültige Entscheidung bringen.

Zugleich ließ sich das neue Wärmetheorem an einer Zahl von Beispielen schärfer prüfen, als bisher möglich war.

Ausgegeben am 10. März.

1910.

XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

3. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Erman las über zwei Actenstücke aus der thebanischen Gräberstadt. (Ersch. später.)

Ein Papyrus, den die Berliner Museen unlängst erwarben und der aus der Zeit Ramses' III. stammt, enthält kurze Protokolle über Untersuchungen in der thebanischen Todtenstadt. Es ergiebt sich, dass dieselben Vorgänge in einem Ostrakon der Londoner Sammlung behandelt werden, das man bisher unter König Haremheb, d. h. 140 Jahre früher, ansetzte. Das angebliche 21. Jahr dieses Königs erweist sich als das 21. Jahr Ramses' III.; der König Amenophis aber, der in diesem Ostrakon ebenso wie in andern Schriftstücken der Gräberstadt als Richter auftritt, ist kein lebender König, sondern der alte König Amenophis I., der als Schutzpatron der Nekropole galt und Orakel erteilte.

2. Hr. Diels legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. J. Heeg in München vor: Das Münchener Uncialfragment des Cassius Felix (clm. 29136).

Das früher von V. Rose bestimmte Stück einer alten Uncial-Hs. des Cassius Felix ist im 8. Jahrhundert geschrieben. Es wird eine Collation des Doppelblattes mitgetheilt.

Das Münchener Unzialfragment des Cassius Felix (clm. 29136).

Von Dr. Josef Heeg
in München.

(Vorgelegt von Hrn. Diels.)

Unter Valentin Roses glücklichen »ΘΗΡΆΜΑΤΑ« nimmt das medizinische Kompendium des Cassius Felix[1] nicht die letzte Stelle ein. Das Büchlein dieses Arztes, das, wie all die größeren und kleineren Kompilationen und populären Darstellungen der Medizin, die am Ausgang des Altertums entstanden sind, sich keineswegs durch neue Resultate oder Forschungsmethoden auszeichnet, beansprucht mit Recht unser Interesse, freilich weniger deshalb, weil ein griechisches Original[2] zugrunde liegt, als vielmehr, weil es zum Kreis jener »altlateinischen Übersetzungen«[3] gehört, die »im Gegensatz zu den Übersetzungen des 11. bis 13. Jahrhunderts, an der Schwelle des Mittelalters stehen und gerade in dem dürftigsten Zeitraum der europäischen Literatur zwischen dem 6. und 8. Jahrhundert den Zusammenhang der Studien aufrecht er-

[1] Dieser ist verschieden von dem Iatrosophisten Cassius Felix. Vgl. über die beiden einstweilen M. Wellmann bei Pauly-Wissowa.

[2] Wer der Verfasser dieser griechischen Vorlage ist, konnte bisher noch nicht festgestellt werden.

[3] Dazu vgl. auch Daremberg in seiner Ausgabe des Oribasius Vol. I, S. XL; V. Rose, Aristoteles pseudepigraphus S. 388. In seiner Vorlesung »Einleitung in die lateinische Philologie des Mittelalters« hat uns L. Traube auch in die Probleme dieses wenig erforschten Arbeitsgebietes eingeführt und zu tätiger Mitarbeit angeregt. Vgl. jetzt den von Paul Lehmann redigierten II. Band der Vorlesungen und Abhandlungen S. 83 ff. — Von diesen altlateinischen Medizinerübersetzungen nenne ich die des Hippokrates, von denen bisher nur weniges gedruckt, geschweige denn zur Textrecensio benutzt ist, und Galen. Auch Kommentare Galens zu Hippokrates, die von erheblichem Werte für die Kritik sind, hat man damals ins Lateinische übertragen; besonders erwähnen möchte ich hier die im Medizinerkatalog übersehene lateinische Übersetzung von Galens Kommentar zu Hippokrates' Aphorismen im cod. Aug. CXX s. IX. Diese lateinische Handschrift ist um nahezu vier Jahrhunderte älter als die älteste griechische, der cod. Paris. gr. 2266 und hat hohen textkritischen und überlieferungsgeschichtlichen Wert. Ferner möchte ich namhaft machen den langobardischen Dioskurides (hrsg. von Konr. Hofmann, Th. M. Auracher und Herm. Stadler), Soran, Caelius Aurelianus, Anthimus, Muscio, Oribasius (hrsg. von Hagen).

hielten, halb noch der alten Litteratur zugehörig, halb die neuen Studien der Barbaren eröffnend welche anfingen die Welt zu beherrschen« (Rose, Anecdota graeca et graecolatina II S. 115). Wenn Rose auch durch seine Editio princeps (Lipsiae 1879) eine solide Grundlage für weitere Untersuchungen gelegt und wenn auch E. Wölfflin[1] in einer schönen Abhandlung mit mikroskopischer Feinheit und Schärfe die sprachlichen Erscheinungen beobachtet hat, bleibt doch nach beiden Richtungen hin, der überlieferungs- und sprachgeschichtlichen, noch manches zu tun.

Vor allen Dingen tut es Not, die Handschriftenverhältnisse und die Überlieferungsgeschichte des Autors genauer zu prüfen und danach den Text zu gestalten. Erst auf dieser verbreiterten Grundlage wird sich eine eindringlichere Erkenntnis der Sprache des Büchleins gewinnen lassen. Denn Rose hat einerseits die Überlieferung nicht immer ihrem Werte entsprechend beurteilt und herangezogen[2], anderseits ohne Grund an zahlreichen Stellen gutbezeugte vulgäre Wortformen getilgt.

Als Rose seinen Text konstituierte, kannte er drei verhältnismäßig junge Handschriften: g = cod. S. Galli 105 s. XI, dem er trotz beträchtlicher, zweifellos schon in der Vorlage vorhandener Lücken und Fehler den Vorrang zuerkennt; c = cod. Cantabr. Gg. III. 32 s. XV; p = cod. Paris. lat. 6114 s. XIII. Auf eine vierte Handschrift, V = Vatic. lat. membr. 4461 s. XIV, die fol. 47—80v. den Text des Cassius Felix enthält und »größtenteils mit dem Parisinus wörtlich übereinstimmt, ohne jedoch von ihm abgeschrieben zu sein«, machte wenige Jahre nach dem Erscheinen von Roses Ausgabe Albr. Köhler, Hermes XVIII (1883), S. 392—395, aufmerksam und teilte eine Probekollation mit.

[1] Die Latinität des Afrikaners Cassius Felix, Sitzungsber. d. Bayr. Akad. d. Wiss., phil.-hist. Kl. 1880, Bd. I, S. 381—432. Einige Nachträge gibt K. Sittl, Bursians Jahresber. Bd. 43 (Berlin 1887), S. 84f. Über Glossen aus Cassius Felix handelt neuerdings in einem hübschen Aufsatz O. Probst, Philol. Bd. 68, 1909, S. 550—559. — Wölfflin weist namentlich die Verwandtschaft der Sprache des Cassius Felix mit der des Caelius Aurelianus nach und benutzt seine Untersuchung, um das sogenannte afrikanische Latein genauer zu bestimmen und zu prüfen. Allein in dieser letzteren Frage schoß er ohne Zweifel, und in noch höherem Maße sein Schüler Karl Sittl, Die lokalen Verschiedenheiten der lateinischen Sprache, Erlangen 1882 (vgl. die gehaltvolle, sachliche Ablehnung dieses Buches durch Gust. Meyer und H. Schuchardt, Zeitschr. f. roman. Philologie VI, 1883, S. 608—628; über das »afrikanische« Latein bes. S. 625ff.) weit über das Ziel. Sittl hat das später selbst erkannt und zugegeben. Eine besonnenere und nüchterne Beurteilung bahnte neben E. Norden vor allem W. Kroll an in seinem wertvollen Aufsatz Das afrikanische Latein, Rhein. Mus., Bd. 52, 1897, S. 569—590. In seiner allerdings mehr persönlichen als sachlichen Polemik gegen Kroll ist Wölfflin, Arch. f. lat. Lexikogr. X, 1898. S. 533—540 nicht recht glücklich gewesen. Vgl. übrigens die feine Beurteilung dieser ganzen Streitfrage durch Traube, Vorles. u. Abh. Bd. II, S. 55f.

[2] So ist der Sangallensis zweifellos zu wenig berücksichtigt. Roses eklektisches Verfahren hat schon Sittl, a. a. O. S. 84, mit Recht gerügt.

Ein Bruchstück einer fünften, sehr alten Handschrift erkannte Rose in einem Pergamentdoppelblatt der Münchner Hof- und Staatsbibliothek (= M), das ihm von Wilhelm Meyer aus Speier nebst anderen Fragmenten[1] zum Bestimmen übersandt worden war. Über dieses in Unziale geschriebene Bruchstück, das jetzt die Signatur cod. Monac. lat. 29136 trägt, schrieb Rose an W. Meyer: ».... semiunc. Schrift (s. VII/VIII), 27 Zeilen, Stücke einer alten Handschrift des Cassius Felix, die sich zum Teil mit einer alten defekten St. Galler Handschrift, welche die kontrollierende(?) Grundlage meines Textes ist, decken, zum Teil sie ergänzen ... Das Doppelblatt gehörte zu einer Lage aus 8 Blättern, von der Bl. 1 und 2 fehlen (Anfang des Cassius), dann Bl. 3 = Cass. c. 1—2 S. 7, 8 [et holera — 10, 10 in curationibus autem]. Danach fehlen wieder Bl. 4, 5, 6, 7 und erhalten ist Bl. 8 = Cass. c. 16—17 [S. 23, 1 XVI ad pruriginem — 25, 18 emplastro uteris].« In einem zweiten Brief stellte Rose fest, daß das Fragment — nach den aus dem Druck bemessenen Abständen zu urteilen — das 3. Doppelblatt eines Quinio gebildet haben müsse. Da Rose seine Absicht, diesen ältesten Textzeugen einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen, nicht ausgeführt und da sich, soviel ich sehe, auch nach ihm niemand[2] mit dem Bruchstück mehr beschäftigt hat, lege ich in dieser Abhandlung eine Besprechung dieses Fragments vor.

Das Doppelblatt stammte aus der Sammlung Joh. Bapt. Bernharts[3], wie W. Meyer mit Bleistift auf dem oberen Rand von fol. 3r. notierte. Ehedem war es der Quere nach auf die Innenseite des Einbandes eines Buchs oder einer Handschrift geklebt, von dem es durch sehr ungeschickte Hände gewaltsam losgerissen wurde. Fol. 3r. und 8v. sind

---

[1] Es sind hauptsächlich folgende: Das schöne, aus cod. Monac. lat. 14397 (E XX) ausgelöste Unzialfragment cod. Monac. lat. 29134 s. VII »Ypocrates Mecenati«, das nach Roses und Traubes Vermutung wohl mit cod. 15028 zusammengehört (vgl. den Brief Roses an Wilh. Meyer in cod. 29134 und L. Traube, Vorles. und Abhandl. Bd. I, S. 204); die Unzialfragmente aus Ps.-Apuleius, De herbarum virtutibus, cod. Monac. lat. 15028 (vgl. H. Köbert, De Ps.-Apulei herbarum medicaminibus 1888); die Unzialbruchstücke 29135 s. VII—VIII (veröff. von Ernst Landgraf, Ein lateinisches medizinisches Fragment Pseudo-Galens, G. Progr. Ludwigshafen 1895). Die übrigen Bruchstücke stammen sämtlich aus viel jüngerer Zeit und bieten weniger Interesse. Die drei Briefe Roses an Wilh. Meyer mit den Bestimmungen der Fragmente sind dem cod. 29134 beigelegt.

[2] E. Wölfflin hat eine Seite des Fragmentes (fol. 8r.) zwar in seinem Abriß der Paläographie in A. Baumeisters Denkmälern des klass. Altert. II, 1887, S. 1139 abbilden lassen und auch zum Teil transkribiert, aber offenbar ganz vergessen, daß es aus Cassius Felix stammt (»Medizinisches Fragment«); sonst hätte er wohl kaum S. 23, 10R. statt des ganz deutlich zu erkennenden exustae das sinnlose extista lesen können.

[3] Er war Kustos der Kgl. Hof- und Staatsbibliothek zu München, wie man mir mitzuteilen die Güte hatte, und ist bekannt durch seine Ausgabe des cod. trad. eccles. Ravennat., Monach. 1810.

daher sehr stark verletzt und ein großer Teil der Schrift ist hier überhaupt nicht mehr zu lesen. Das Blatt gehörte zu einer Handschrift, die aus Quinionen bestand und außer der Schrift des Cassius Felix vielleicht noch anderes enthielt. Die Blattfläche beträgt 26.5×17 cm, die Schriftfläche 23×15 cm; auf jeder der vier Seiten stehen 27 Zeilen. Die Kapitelüberschriften, bisweilen auch die ersten Worte eines neuen Absatzes oder Rezeptes, sind rubriziert.

Geschrieben ist das Fragment in Unziale[1], nicht in Halbunziale, wie Rose irrig angibt. Manche Buchstabenformen, wie p, a, c, i u. a., ganz besonders aber die zahlreichen Abkürzungen zeigen deutlich, daß wir späte Unziale vor uns haben, die wesentlich von der Minuskel beeinflußt ist. Mit seiner Datierung (s. VII/VIII) wird Rose im allgemeinen Recht haben; ich möchte allerdings bestimmter behaupten, daß die Handschrift im 8. Jahrhundert geschrieben ist (nicht früher und nicht später!), was mir auch von meinem Freund Paul Lehmann bestätigt wird.

Außer den in den medizinischen Handschriften üblichen Abkürzungen und Siglen für die Gewichte und Maße (lib = libra, ÷ oder unc̄ = uncia, ʒ = dragma, ϶ oder scripū = scripulus, SS = sextarius) kommen hauptsächlich die folgenden Suspensionen und Kontraktionen[2] vor: ē = est, n̄ = non, p = per, p = prae oder pre, nū oder num̄ = numero, album̄ = albumen, bitum̄ = bitumen, ellebō = elleborum, omā = omnia, om̄e = omnem, diūsis = diuersis, ς oder ⁊ = et, S̄S = suprascriptus; m und n wird nicht nur am Schluß eines Wortes oder einer Zeile, sondern auch im Wortinnern häufig durch einen wagerechten Strich über der Linie angedeutet; que und die Endsilben -bus und -ur werden durch ; bzw. , bzw. ˈ bezeichnet; t̄ra = terra, medicam̄tum = medicamentum. Die Doppelvokale ae und oe sind oft ausgeschrieben, bisweilen ist ę, e, æ bzw. œ gesetzt. Von Ligaturen sind die häufigsten die von e und t, e und c, e und x, n und t. Die Schrift macht im großen und ganzen keinen schönen Eindruck. Gering war auch die Sorgfalt des Librarius beim Abschreiben.

Der Text, den unser Fragment bietet, weicht nicht unbeträchtlich von den von Rose benutzten Handschriften ab; in wichtigen Einzelheiten stimmt M bald mit g, bald mit c, bald mit p überein. Soviel ist jedenfalls sicher, daß keine der drei Handschriften aus M geflossen ist. Über den Wert von M für die Rezension wird am Schluß der Abhandlung zu sprechen sein. Hier möchte ich die abweichenden Lesungen notieren und einige Bemerkungen jeweils anfügen.

---

[1] Ganz unzial ist vor allem ∂, ɱ, S, C, ⅄. Eigenartig ist die Form des B: B, die leicht zu Verwechslungen mit P Anlaß geben konnte.

[2] Siehe W. M. Lindsay, Contractions in early Latin Minuscule Mss., Oxford 1908 (= St. Andrews University Publications, Nr. V).

p. 7, 9 R. atriplex · cucubirta · bletus M

10 et — aneto] paruoque sali et ancto cocta M (cocta fügt auch p zu).

11 scorpios aut scarum M (scarum hat auch g).

11/12 uel pullis gallinaceis aut columbinis M.

13 potent M (mit pc).

15 facis M (mit gpc. Vgl. Sittl, Burs. Jahresber. Bd. 43 (Berlin 1887), S. 84. Das Präsens des Verbums in den Rezeptformen ist in den Text aufzunehmen).

hoc ē M (mit p).

16 auripimenti M   lāminae M

17 cacauo M   cimolia et creta torrefacta M (mit g).

p. 8, 3 n̄ duri//s M (durius scheint aus durium korr.)

4 superaspargis M (das Präsens auch in pc).

et (vor leuiter)] ⁊ über der Linie M

coquis M (mit c).

5/6 paulolum M.

6 tepiscere sinis M (das Präsens mit gp).

capud M   linis M (mit gpc).

8 stringi korr. aus stringere M (mit c).

in uapore (mit c) mittis M.

9 coeperit M (Singular mit pc).

10 et adiecta] adiectaque M.

12 perunguis M (das Präsens mit c).

12/13 discendere dimittis M (das Präsens mit gpc).

13 ad] usque ad M (mit pc).

14 dropacem inducis M (das Präs. mit gpc).

15 cera pice sicca resina pituina nitro libras sing̅ M.

16 piretrum bitum iudaicum sulphur uiuum ellebo album adarcis staffisagr/// M.

19 sicionii M.

20 simpasma M (mit gc).

quam (mit g) conficis M (das Präs. mit gc).

p. 9, 1 nitru M   torraefacti M.

fecla (mit gp) bacalauri M.

2 cyperu staffisagria M.

3 squinantus M.

3/4 tenuissimae cærnes M.

4 et uomitum M.

5 quod] quem M (mit c).   greci M.

6 radicaes M.   pridiae M.

6/7 in oximelli M.

p. 9, 7/8 unam aceti c$\overset{z}{o}$medenda M.
8 mordicatione M (mit g).
9 calida aqua superbibenda dabis M.
10 pinnis oris M.
11 cybo M. nutris M (mit cp)
uolatilibus korr. aus uolutilibus M.
quadripedibus M.
12 capriae leporis perdicaes passeres M.
13 similibus M (mit cp). etiam et M. conditu M.
vel passo] et passo M.
14 permittis M (mit cp). pos hec M. synapismo M.
14 sinapis] synapae M.
15 pannis M.
16 simul conmixta M.
17 inducis (mit cp) aut M.
inlinis M (mit p). o$\overset{z}{\overline{m}}$e M.
18 uolueris aut ⟨. . .⟩ i quod uel ipsum M. uolueris M (mit p).
19 inducis M (mit pc). operis M (mit p).
p. 10, 1 dimittis M (mit cp).
roborem cutis quaem M.
2 mittis M (mit c).
3 mergant M (mit cp).
6 a$\overset{h}{c}$oras M.
8 melli similis M.
9 ostendat M.
p. 23, 1 ad pluriginem M.
2 pluriginem Greci omnes henesmonen M.
3 acridine M.
4 ouillum cum melle ieiunus potabis M.
et sapone] ex sapone M.
5 cuius] cuius saponis M. nitrum sulphur uiuum nuces aridas adipem porcinum sapone Gallico M.
7 folia M. facis M (mit cp).
9 pluritum M. cepae sardae] terra sarda M.
10 terra cimolia feces uini exustae (mit p) miroballani ///piesmatos M (vor piesmatos ist ein q ausradiert).
11 idē M. expssiones korr. aus expisiones M.
12 conmiscis M (mit c).
13 pluritus M
14 faueȩ pollinis et ptissanȩ siccȩ et cimoliȩ pollines poligoni herbȩ radicis siccȩ et tusȩ cretȩ et terre cimoliȩ torrefactȩ M (mit c).

p. 23, 16 afroniti M.
17 conficis M (mit cp).
accipi////es M (ę scheint ausradiert zu sein).
18 sufficiente modum M. conspartum M.

p. 24, 1 illines] linis M. ceperint M (mit c). confrigabis M.
2 post] B, M. rasaceo M. murtino M.
nach perungues fügt M hinzu: aliud ad pruritus totius corporis. terra sarda terra cimolia fecla conbusta myrobalanu piematos omnium quatuor paria pondera in uno commiscis et uteris. Dieser Zusatz, eine in der Vorlage am Rand angebrachte Wiederholung von S. 23, 9—12, fehlt in cp und scheint durch ein Versehen des Abschreibers vom Rand in den Text geraten zu sein.
4 parotidae M (mit c).
4/5 nomini M.
5 uocitantur M.
6 malignis a grecis cacohetes appellate sunt M.
7 illas M. ab egritudines frigida potiones M.
9 in superficiae M.
12 que æ contrarietate M.
13 parotidæs M.
14 praecedentibus M (mit cp).
15 et altiores M (mit p).

p. 25, 1 duae M. cymoliae M. sulfor uiuum partes duas M (vgl. Sittl, a. a. O. S. 85).
2 modicum simul tritis cum aceto M.
2/3 buturum M.
3/4 inponis M (mit cp).
5 in pusca M (mit c).
cataplasmata M.
8 resina terebintina M.
9 sufficientem modum M (mit p).
et cum coeperit] coepit M.
10 mittis M. superaspargis M
11 preuap//////M.
12 folia M.
12/13 mirtę cylorgi//////o M.
14 em̃plas M.
15 diachylon] diaquilon M. cera M.
16 sufficerit M.
supra scriptum] S̄S̄ M.

M nimmt trotz gelegentlicher Übereinstimmungen mit g, p und c in der Überlieferung des Cassius Felix durchaus eine selbständige Stellung ein. Wenn auf den ersten Blick der Zuwachs an Verbesserungen überlieferter Textesschäden auch nicht gerade überraschend groß erscheinen mag, darf man den Wert des Unzialfragments für die Textesgestaltung nicht unterschätzen und muß es bedauern, daß uns von dieser wertvollen alten Handschrift nur dies eine Doppelblatt erhalten ist. Einige Beispiele mögen dies näher erläutern. Durch M wird bestätigt, daß bei den Rezepten an allen Stellen, wo Rose das Futur gegen die handschriftliche Überlieferung eingesetzt hat, das Präsens in den Text aufzunehmen ist, also S. 7, 15 facis; 8, 12 perungis; 8, 13 dimittis; 8, 14 inducis; 9, 11 nutris u. ö. Nicht unterdrücken wird man ferner Formen wie S. 8, 4 superaspargis und 23, 18 conspartum; 8, 6 tepiscere; 9, 12 capriae; 23, 12 (und 24, 2) commiscis. Freie Appositionen wie S. 23, 7 appii viridis folia paria pondera oder die inkonsequente Anwendung der Kasus, namentlich bei Rezepten, z. B. S. 23, 5 ff. (s. o.), wird man, der Autorität von M folgend, unbeanstandet in den Text aufnehmen. Daß durch M der Wert des Sangallensis an vielen Stellen bestätigt wird, sei nur nebenbei erwähnt.

Ausgegeben am 10. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1910.
XIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

10. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Branca las »Über den jetzigen Stand unserer Kenntnisse vom fossilen Menschen«.

Es liegt keinerlei zwingende Ursache vor zu der Annahme, dass in Europa und in diluvialer Zeit der inferiore Typus des Neandertaler Schädels früher aufgetreten sein müsse als der höherstehende Typus und dass er der directe Vorfahr des letzteren gewesen sein müsse. Ersteres kann längst in tertiärer Zeit und ausserhalb Europas sich vollzogen haben. Auch der Annahme einer Abstammung des Menschen überhaupt von solchen Anthropomorphen, wie sie heute gestaltet sind, stehen starke Bedenken entgegen.

2. Hr. Erman legte eine Arbeit des Hrn. Dr. Hermann Ranke: »Keilschriftliches Material zur altägyptischen Vocalisation« vor. (Abh.)

Da die ägyptischen Texte ohne Vocale geschrieben sind, sind die zahlreichen babylonischen und assyrischen Schreibungen ägyptischer Namen und Wörter, die bis in's vierzehnte Jahrhundert v. Chr. hinaufgehen, von grösster Wichtigkeit. Sie zeigen uns, dass das Aegyptische damals noch wesentlich andere Laut- und Betonungsverhältnisse hatte als in der griechischen und christlichen Zeit, deren Vocalisation wir bisher allein kannten.

3. Vorgelegt wurden die beiden ersten erschienenen Lieferungen des von der Akademie unterstützten Lexikons der anorganischen Verbindungen von M. K. Hoffmann, die erste Lieferung des ersten und die erste des dritten Bandes, ferner Eduard Zellers Kleine Schriften, hrsg. von O. Leuze. Bd. I. Berlin 1910.

Ausgegeben am 31. März.

1910.
XV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

17. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. von Kekule sprach über griechische Portraits. (Abh.)

Die Reihe der sogenannten Strategenköpfe, hauptsächlich aus dem fünften Jahrhundert v. Chr., wurde vorgeführt und die einzelnen Köpfe kunstgeschichtlich in ihrem gegenseitigen Verhältniss erläutert.

2. Vorgelegt wurden: Grundriss der Indo-Arischen Philologie und Altertumskunde, herausgegeben von H. Lüders und J. Wackernagel. Band I, Heft 4: Vedic Grammar by A. A. Macdonell. Strassburg 1910 und folgende Werke des Hrn. Seler: 1. Die Ruinen von Chich'en Itzá in Yucatan. Sonderabdruck aus den Verhandlungen des Internationalen Amerikanistenkongresses in Wien 1908. 2. Die Tierbilder der mexikanischen und der Maya-Handschriften. Sonderabdruck aus der Zeitschrift für Ethnologie. Berlin 1909 und 1910.

Ein Blatt in türkischer „Runen“schrift aus Turfan.

Von Vilhelm Thomsen.

(Vorgelegt am 3. Februar 1910 [s. oben S. 105].)

Hierzu Taf. III.

In seiner Abhandlung »Köktürkisches aus Turfan« (s. Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1909, S. 1047 ff.) hat Hr. A. von Le Coq verschiedene in türkischen »Runen« geschriebene Manuskriptfragmente behandelt, die teils von ihm als Leiter der Königlich Preußischen Expedition nach Chinesisch-Turkistan (1905/06), teils von der »Ersten Turfan-Expedition« (A. Grünwedel und G. Huth, 1902/03) gefunden sind[1].

---

[1] Ich erlaube mir, ein paar Berichtigungen zu dieser Publikation hier beizufügen. Im Fragment T. M. 326 Vorderseite Z. 3 (von Le Coq S. 1058) ist *satγ(a)lï* : *(ä)r* verlesen. In der Reproduktion (Taf. XII) steht deutlich *sat(ï)γčï* : *(ä)r* »der Kaufmann«, und Hr. von Le Coq hat mir, nach erneuter Untersuchung des Originals, brieflich hierin beigestimmt. Ich möchte dann dieses Stück im Zusammenhang etwa so übersetzen: »[.... denk?]e ich, sagte er. Nachdem dann zum zweitenmal der Kaufmann hundert Goldstücke in Verwahr genommen und (besiegelt, d. h.) dies mit seinem Siegel bestätigt hatte, schickte er jenes Mädchen (in den Händen, d. h.) in Begleitung seines Sklaven hin.« Das Verbum *aya-* (»in acht nehmen, sparen, schonen; (etwas) bewahren, verwahren, zurückhalten; (einem andern, im Ablativ) vorenthalten, verweigern; (eine Person) bemitleiden; verehren«; vgl. servare, reservare, conservare, observare) habe ich hier, obgleich mit einigem Zweifel, »in Verwahr nehmen« übersetzt. (Die soeben von Hrn. Radloff im Bull. de l'Acad. Imp. de St-Pétb. 1909, Nr. 18, S. 1216, gegebene neue Übersetzung ist meines Erachtens ganz verfehlt, mit Ausnahme des letzten Satzes, wo ich ihm hier gefolgt bin. Ich hatte mir es früher so gedacht: »ließ sein Sklave jenes Mädchen aus seinen Händen los«; dann hätte doch vielleicht *(ä)lgintä* (Ablativ?) eher zwischen *qïzï*[*γ*] und *ïdtï* stehen müssen.) — Auf der Rückseite desselben Fragmentes Z. 6 steht ferner nicht *yultuzï*, sondern *yutuzï*, was von Le Coq mir jetzt ebenfalls brieflich bestätigt hat. Es ist da weder Spur eines *l* noch Raum genug dafür. Es muß dies dasselbe Wort sein wie 𐰖𐰆𐱃𐰕 *yut(u)z* auf der Inschrift des Bilgä Kagan, das, wie es scheint, Gefolgsmann (-männer), Knecht(e) oder ähnliches bedeutet (s. meine Inscr. de l'Orkhon déchiffrées S. 178, Note 86); also nicht »da sein Gestirn machtlos geworden war«, sondern »da seine Gefolgsmänner machtlos waren (nämlich seine Gefangennahme zu verhindern, ihn zu befreien) —«.

Wie von LE COQ daselbst S. 1048 bemerkt, gibt es außer den von ihm veröffentlichten Bruchstücken noch ein fast vollständiges, in derselben Schriftgattung geschriebenes Manuskriptblatt, T. II, T. 14. Dieses Blatt stammt »aus dem etwa 15 km östlich von Idiqut-Schähri gelegenen Tale von Toyoq« und wurde zusammen mit dem S. 1049 ff. beschriebenen und veröffentlichten Fragment T. II, T. 20 »in der nördlichsten buddhistischen Klosteranlage auf dem linken (östlichen) Ufer des Toyoqbaches« von ihm ausgegraben. Hr. von LE COQ hat mir die Ehre getan, mich aufzufordern, die Veröffentlichung dieses kleinen Textes zu übernehmen. Ich tue dies mit Vergnügen, wenngleich es mir noch nicht gelungen ist, alle Schwierigkeiten zu überwinden oder alle sich daran knüpfenden Fragen zu beantworten.

Es ist ein Papierblatt, 25 cm hoch und 13,3 cm breit. Das Papier ist von der Farbe des Lößbodens, bräunlichgelb und ziemlich weich und faserig. Das Blatt ist im ganzen wohl erhalten. Nur ist dicht unter der Mitte ein Stück von dem linken Rand abgerissen, wodurch die zwei bis vier letzten Buchstaben der Zeilen 19—21 zerstört worden sind. Auch oben ist das Blatt an einer Stelle gegen die Mitte der Zeilen 4—6 ein wenig zerrissen und zerknittert; aber es fehlt dort nichts; nur ein Buchstabe in der Zeile 4 ist beinahe ganz verschwunden, während mehrere andere zwar etwas verwischt sind, aber sich doch mit Sicherheit erkennen lassen.

Die türkische Schrift nimmt nur die eine Seite des Blattes ein. Die andere Seite enthält einen davon unabhängigen chinesischen Text, der, wie mir Prof. F. W. K. MÜLLER mitteilt, buddhistischen Inhalts ist, und dessen Schrift, nach demselben Gelehrten, nicht besonders sorgfältig ausgeführt noch auch für eine besondere Epoche charakteristisch ist. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die chinesische Seite die zuerst beschriebene ist, und daß der türkische Schreiber — was vielfach vorkommt — lediglich die unbeschriebene Rückseite von einem Stück einer zerschnittenen chinesischen Manuskriptrolle benutzt hat, um darauf seine Aufzeichnungen zu machen. Aus dem ganzen Habitus des Schriftstückes sowie auch aus dem Fehlen jeder Spur von Einheftung darf man ferner mit Sicherheit schließen, daß es nie Teil eines größeren türkischen Manuskripts gewesen ist. Vielmehr macht es entschieden den Eindruck, einerseits, obgleich inhaltlich unvollendet, doch in seiner Weise komplett zu sein, anderseits ohne bleibenden literarischen Zweck, flüchtig, vielleicht nur als Übung, niedergeschrieben zu sein.

Die größere obere Hälfte der Seite ist zwar sicher und deutlich, aber etwas ungleichmäßig geschrieben, und die Zeilen gehen immer schräger und schräger, von rechts nach links aufwärts steigend. Von

Z. 22 an ist der Schreiber sorgfältiger geworden; die Hand ist dieselbe, aber die Schrift ist von hier an bedeutend zierlicher und gleichmäßiger, obgleich keineswegs so schön und egal wie z. B. in den von von Le Coq veröffentlichten Fragmenten T. M. 342 oder 326. Gegen den Schluß der letzten Zeile wird der Text schroff abgebrochen, da der Raum doch nicht erlaubt, den dort angefangenen Satz zu vollenden. Es folgen aber dann noch zwei mit größeren Buchstaben geschriebene Wörter oder Zeichenkomplexe, die keine Fortsetzung des Textes bilden, aber doch in einer gewissen Verbindung mit demselben stehen (s. unten).

Was den Bestand und die Formen der Buchstaben betrifft, stimmt unser Blatt so ziemlich mit den von von Le Coq veröffentlichten Manuskriptfragmenten. Neben | s^2 *) haben wir z. B. auch hier | = $š^2$ (die übrigen von ihm S. 1059 erwähnten, durch einen Strich gekennzeichneten Modifikationen von Buchstaben kommen hier nicht vor); r^2 hat die Form ↑; *uq*, *oq* ist ↓ wie T. M. 327 Z. 2 (von Le Coq S. 1052 und Taf. IX) usw. Dagegen hat *ïq*, wie gewöhnlich auf den Inschriften, hier die Form ◁ (vgl. von Le Coq S. 1050. 1052).

ᛯ (= Y der Inschriften, eigentlich *š*, daneben aber auch s^1) hat hier wie in den übrigen Turfanfragmenten (vgl. von Le Coq S. 1050. 1054) nur den Wert s^1 mit alleiniger Ausnahme des ersten Wortes *b(a)šl(a)ndï*, wo es *š* ist. Die Modifikation mit einem übergesetzten Strich, um $š^1$ auszudrücken (ebenda S. 1054. 1059), kommt, wie schon erwähnt, auf unserm Blatt nicht vor.

Dagegen finden wir hier für $š^1$ eine eigentümliche, bisher nirgends anderswo angetroffene Neubildung [rune] (von dem etwas ähnlichen [rune] γ immer genau geschieden). Obgleich dieses Zeichen nur in Formen des oft wiederkehrenden Wortes [rune] und dem dunkleren Worte am Fuß der Seite vorkommt, ist seine Bedeutung doch ganz unzweifelhaft. Das erstgenannte Wort kann dem Zusammenhang gemäß eben nur *taš* gelesen werden, und die Richtigkeit dieser Lesung wird durch die variierende Schreibung mit | $š^2$: *taš*² Z. 5, *taš*²*ïγ* Z. 22 (vgl. *yaš*²*ïl* Z. 27) weiter bestätigt.

In iranischen Lehnwörtern wird [rune] γ auch für χ gebraucht (*naγïd* Z. 8/9, *m(a)γ* Z. 11 = soghdisch *nāχid*, *māχ*; *p(a)γ(a)r-* Z. 1, s. unten S. 303) und ❯ *u*, *o* für *w* (*kiun*¹ Z. 10, d. h. *kiw(a)n* = soghd. *kēwān*, vielleicht auch *urmïzt* Z. 7 für *w(u)rmïzt*, soghd. *wurmazt*).

Zeichen, von welchen wir, meistenteils wohl zufällig, kein Beispiel in unserm Text finden, sind ᛖ *ld* (*lt*), ⊙ *nd*, ❯ *nč*, wofür hier

---

*) Mit ¹ bezeichne ich, wie in meinen ersten Publikationen und wie von Le Coq es tut, die Konsonanten, die nur mit hinteren (velaren) Vokalen, mit ² diejenigen, die nur mit vorderen (palatalen) Vokalen verbunden werden können.

nur $l+t$, $n+d$ oder t, $n+\check{c}$ geschrieben wird, ferner *) und oder **).

Die Orthographie endlich ist im ganzen sorgfältig, und namentlich wird die Unterscheidung der zwei Konsonantenreihen ^{1} und ^{2} (oben S. 298 Note) meistens beobachtet. Von den iranischen Lehnwörtern *kiw(a)n*^{1} Z. 10 und *t*^{2}*iγ*(?) Z. 11 abgesehen findet sich eine Vermischung der zwei Reihen nur in den oben erwähnten Fällen von $\check{s}^2$ statt $\check{s}^1$ und in *qïzïl*^{2} Z. 15/16, also, wie oft sonst, wesentlich vor oder nach *ï*.

Über das allgemeine Verhältnis des Turfanalphabetes zu dem der Steininschriften der mehr nördlich und nordöstlich wohnenden Türkstämme in der Mongolei und Südsibirien, wo das »Runen«alphabet seine eigentliche Blüte hatte, erlaube ich mir noch ein paar Worte beizufügen. Die gleich in die Augen fallenden Unterschiede in den Formen der gemeinsamen Buchstaben beruhen größtenteils eben nur darauf, daß wir es dort mit einer Lapidarschrift, hier mit einer Bücherschrift zu tun haben. Als solche wurde das Alphabet wahrscheinlich erst hier benutzt und weiter entwickelt. Die daraus folgenden Unterschiede zeigen sich hier einerseits in den mehr gerundeten und kursiven Formen der Buchstaben, wie wir es z. B. für s^1 oder r^2 gesehen haben, anderseits in dem von der Feder- (oder Pinsel-?) Führung bedingten wechselnden Druck der Züge: bei senkrecht gehenden Bewegungen der Hand werden die Züge dicker (bisweilen, wie in T. M. 342, VON LE COQS Taf. X und XI, sogar in überaus hohem Grad), während die seitwärts

---

*) Dieses Symbol, das ich früher durch *ị* umschrieb, enthält entschieden ein nasales Element (s. RADLOFF, Alttürk. Inschriften, 2. Folge, S. 28). Meiner Meinung nach ist es eher ein nasaliertes Jod (mit vorhergehendem nasalierten Vokal?), wie im Jakutischen, als ein palatales oder mouilliertes *n*. (Da dieser Laut nur in Verbindung mit hinteren Vokalen vorkommt, wäre die manichäische Transkription in T. II, T. 20 Nr. 10, VON LE COQ S. 1050, wohl besser mit *ïy* (für *ay*) als mit *iy* wiederzugeben.)

**) Vgl. VON LE COQ S. 1050. 1051. 1059. Ich möchte diese zwei variierenden Symbole für die Silbe *up, op* als eine sekundäre, vielleicht nur lokale Differenzierung mit geändertem Lautwert des aus den Inschriften wohlbekannten Zeichens oder *ük, ök* erklären. Von dergleichen Vorgängen könnten andere Beispiele genug angeführt werden, worauf ich hier nicht eingehe. Übrigens findet sich in der ursprünglichen Bedeutung *ük* die Form in *tük(ä)di* T. M. 327 Rückseite Z. 4 (VON LE COQ S. 1053 und Taf. IX), *išidgülük* T. M. 326 Rückseite Z. 2 (ebenda S. 1058 und Taf. XII). (Mit als einfacher Variante des gewöhnlichen *b*^{2} können die erwähnten Zeichen für *up* gewiß nicht in Verbindung stehen. Dazu ist auch schon der Unterschied in der Form zu groß. Wenn ich in meiner »Notice préliminaire« von 1893, S. 298, Nr. 18 für diese zwei Zeichen den Wert »*b*^{2} (*p*^{2}?)« ansetzte, geschah dies nur, weil ich mich damals noch nicht von der entschiedenen Unrichtigkeit der üblichen Transkriptionsweise des Uigurischen, unter anderm mit *p* im Anlaut statt *b*, überzeugt hatte. Die Parenthese muß gestrichen werden, ebenso wie »(*p*^{1}?)« unter Nr. 17 und »(-*p*)« unter Nr. 16. In meiner späteren Arbeit »Inscriptions de l'Orkhon déchiffrées« finden sich diese Zusätze auch nicht; vgl. daselbst S. 9, 23 ff.)

gehenden ganz dünn und fein sind. Die Grundlage selbst ist aber ganz dasselbe Alphabet, das wir auf den Steininschriften finden, und zwar so, wie es in seiner Normalform vorliegt, ohne solche Abweichungen oder Neuerungen, wie sie sonst nur gewissen Gegenden angehören, und statt deren hier zum Teil, wie wir gesehen haben, eigentümliche Neubildungen auftreten.

Wann und auf welchem Wege das Runenalphabet nach Ostturkistan gekommen ist, ist daher im Augenblicke noch eine offene Frage.

Dagegen möchte ich auf eine spezielle Erscheinung aufmerksam machen, die, wie ich glaube, nicht ohne Interesse ist. Es betrifft dies die nur in kleineren Bruchstücken bewahrte, in türkischer, genauer uigurischer Sprache abgefaßte »Runen«inschrift auf dem einstmals großartigen, jetzt leider äußerst verstümmelten dreisprachigen uigurischen Denkmal in Kara-Balgassun, dem spätesten datierbaren mit dieser Schriftart, das wir überhaupt kennen*). Die zierlichen, mehr oder weniger gerundeten Formen der Buchstaben dieser Inschrift weichen in ihrem ganzen Charakter von den aller anderen ab und setzen entschieden eine Entwicklung zur Bücherschrift voraus. Und was mehr ist, nur im Turfanalphabet lassen sich — bis jetzt wenigstens — genau entsprechende Formen nachweisen. So finden wir z. B. in der Inschrift von Kara-Balgassun [illegible] t^1 (sonst [illegible], [illegible]), [illegible] b^2 (vgl. S. 299 Note **)), [illegible] das nasalierte Jod (oben S. 299 Note *) und von Le Coq S. 1052), [illegible] *g* (sonst [illegible]), [illegible] *z* (aber [illegible] n^2), [illegible] *k* usw. (doch z. B. [illegible] r^2, [illegible] $\check{s}$, s^1). Fügen wir nun dazu den von F. W. K. Müller**) gelieferten Nachweis, daß die Sprache der in sogenannter uigurischer Schrift abgefaßten Inschrift dieses Denkmals nicht türkisch, sondern »soghdisch, die Umgangssprache der iranischen Manichäer Mittelasiens« ist, wird es höchst wahrscheinlich, daß wir nicht nur in dieser, sondern auch in der im »Runen«alphabet geschriebenen türkischen Inschrift einen direkten Ausschlag der von südlicheren Gegenden Mittelasiens, und zwar wohl eben nur dem jetzigen Ostturkistan, ausgegangenen manichäischen Missionswirksamkeit unter den Norduiguren sehen müssen***). Ander-

*) Radloff, Atlas der Altertümer der Mongolei. Taf. XXXV (vgl. derselbe, Alttürkische Inschriften der Mongolei S. 291 ff.). Inscriptions de l'Orkhon recueillies par l'expédition finnoise, Helsingfors 1892, S. 24 f. Tab. 46—52. G. Schlegel, Die chinesische Inschrift auf dem uigurischen Denkmal in Kara Balgassun, ebenda 1896. Das Denkmal ist zu Ehren des uigurischen Kagan (*uγγur q*[*aγan*]) errichtet, der 825 bis 832 regierte. Vgl. Fragment 4 Inscriptions de l'Orkhon = Radloff *c*, Z. 4: *biz uy*[*γur*] »wir Uiguren« (*uy*, nicht *un*, ist unzweifelhaft zu lesen).

**) Ein iranisches Sprachdenkmal aus der nördlichen Mongolei, Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1909, S. 726 ff.

***) G. Schlegel hat, a. a. O. S. XII, verschiedene Stellen der türkischen Inschrift angeführt, die in Übereinstimmung mit der chinesischen von der Einführung einer neuen Lehre reden. Zu den Beweisen dafür, daß dies nicht, wie Schlegel meinte, der

seits betrachte ich es nicht als unwahrscheinlich, daß es eben dieselbe Wirksamkeit ist, die etwa um die Mitte des 8. Jahrhunderts, durch Vermittelung oder Übersiedelung türkischer (uigurischer) Proselyten aus dem Norden, zuerst den Stoß zu der eigenartigen Verwendung und Entwickelung des »Runen«alphabets in Ostturkistan gegeben hat, wo es in dieser Form, wie es scheint, erst in der letzten manichäischen Periode auftritt und immer in viel beschränkterem Gebrauch blieb als die verschiedenen Ableger der Estrangeloschrift. Von einer etwaigen älteren Verwendung des Alphabets auf Steininschriften ist jedenfalls bis jetzt keine Spur in dieser Gegend entdeckt. Die geographisch am nächsten gelegenen Denkmäler dieser Art (aus dem Talastale) und ebenso die in den Höhlen von Jar-choto eingeritzten Inschriften*) gehören einer andern Gruppe derselben Schriftgattung an, die gewiß nicht den unmittelbaren Ausgangspunkt des Turfanalphabets bilden kann.

Nach dieser Digression kehre ich zu unserem Blatt zurück. Was die Zeit, der es angehört, betrifft, möchte ich es nicht früher als um die Mitte des 8. Jahrhunderts setzen, vielleicht gar rund um 800. Daß es aus manichäischen Kreisen herstammt, ist aus der ganzen Sachlage ersichtlich und wird zudem durch die nicht wenigen iranischen (soghdischen) Lehnwörter bestätigt.

Der Inhalt ist ein Stück mystisch-magischer Mineralogie von ähnlicher Art wie verwandte Erzeugnisse des europäischen Mittelalters. Da der Gegenstand mir persönlich fern liegt, ist es nur sehr wenig, was ich zur Aufklärung desselben habe beitragen können. Alle weiteren Einzelheiten und besonders die Bestimmung der Quellen oder Kulturströmungen, auf denen diese Aufzeichnungen fußen mögen, muß ich anderen überlassen, die auf diesem Gebiete kundiger sind als ich.

Ich gebe jetzt die Transkription des Textes (vgl. Taf. III) mit beigefügter Interlinearübersetzung wie in den bisherigen Publikationen der Turfanhandschriften. In der Umschreibung behalte ich ebenfalls die von F. W. K. MÜLLER und A. VON LE COQ benutzte Lautbezeichnung bei. Die kleinen Zahlen ¹ und ² halte ich für überflüssig da beizufügen, wo die Vokale des Wortes genügende Auskunft geben. Ich tue es nur, wo die ausdrückliche Angabe davon aus irgendeinem Grunde von Bedeutung sein kann.

Nestorianismus war, sondern der Manichäismus (DEVÉRIA, MARQUART, F. W. K. MÜLLER), füge ich noch den hinzu, daß im Fragment Inscriptions de l'Orkhon 3 Z. 4 = RADLOFF *b*, Z. 3 (4) unzweifelhaft *nuγoš[ak]* zu lesen ist = gewöhnlich *niγošak* »Hörer, Manichäer«. (Ein anderes Indizium für dasselbe gibt jetzt BANG in WZKM. XXIII S. 417.)

*) RADLOFF in Nachrichten über die Expedition nach Turfan, I, St. Petersburg 1899, S. 80ff.

1 *b(a)šl(a)ndï*) : yiti : p(a)γ(a)rl(ï?)nï-*
Es beginnen die der sieben Planeten

2 *ṅ : ymä : ⟨5⟩ : türlüg : mun-*
und zugleich der 5 verschiedenen

3 *čuquṅ : tašl(a)rïṅ : (ä)rdämi*
Juwelen und Steine Tugenden

4 *b(ä)lgülü[g] : s(a)bl(a)r : :*
kennzeichnenden Worte.

5 *ymä : kök : yörüṅ : taš*^{2} *: t*^{2}*-*
Der blaue klare Stein ist von

6 *ir*^{2} *: tüzlüg : ol : : in*^{2}*t*^{2}*iz*
des Merkur Natur, der ?

7 *yörüṅ : taš : urmïzt**) : tü-*
klare Stein ist von des Jupiter Na-

8 *zlüg : ol : : s(a)rïγ : taš : na-*
tur, der gelbe Stein von der Ve-

9 *γïd**) : tüzlüg : ol : : q(a)ra*
nus Natur, der schwarze

10 *taš : kiw(a)n*^{1}***) : tüzlüg : ol : :*
Stein von des Saturn Natur,

11 *t*^{2}*iγ : taš : m(a)γ**) : tüzlüg : ol*
der hellglänzende (?) Stein von des Mondes Natur.

12 *: : ymä : qamuγ : taš-*
Ferner haben alle Steine

13 *l(a)rïṅ : käntü : käntü : (ä)rdä-*
jeder von seinen besonderen Tugen-

14 *mi : b(ä)lgüsi : b(a)r : : ymä : q(a)lt-*
den ihre Anzeichen. Wenn

15 *ï : yörüṅ : taš(ï)γ : (a)ls(a)r : qïzï-*
man den klaren Stein nimmt, und rotes,

16 *l*^{2} *: sïγ : sub : yön(ä?)s(ä)r : ol taš-*
trübes (?) »Wasser« hervortritt, und man diesen

17 *ïγ : özi : üzä : tutsar : q-*
Stein auf (bei) sich trägt, wird man allen

18 *opqa : utγ(a)y : ymä : nä : iš : y-*
gegenüber siegen; ebenso, welche Arbeit auch

19 *'(a)rlïγ : y(a)rlïqas(a)r : qop[da]*
ein Befehl (ihm) auferlegt, überall wird

20 *: iši : yorïq : bolγ(a)y : : [yör-]*
seine Arbeit gelingen. Wenn, indem man

---

*) Über das *š* s. S. 298.
**) Vgl. S. 298.

21 *üṅ : tašïγ : (a)lïp : kök : y^2[örü-]*
den klaren Stein nimmt, blaues [klares]

22 *ṅ : sub : yön(ä?)s(ä)r : : ol : taš^{2}ïγ*
»Wasser« hervortritt, und man diesen Stein

23 *özintä : tuts(a)r : : y(a)t : ki-*
bei sich trägt, wird ein fremder Mann

24 *ši : adartu : umaz : učïṅ-*
nicht beeinträchtigen können; sein Ziel

25 *a : b^2(ä)g^2d^2(ä)mäkä : tägir : ym-*
und das Paradies (?) erreicht man. Ferner

26 *ä : ol-oq : tašïṅ : subï : y-*
wenn desselben Steines »Wasser«

27 *aš^{2}ïl : bols(a)r : k(ä)m : özin-*
grün wird, wer (ihn dann) bei

28 *tä : tuts(a)r : aγuluγ : qu-*
sich trägt, (den) werden giftige Wür-

29 *rt : qoṅuz : ad(a)rtu : uma-*
mer und Insekten nicht beeinträchtigen können.

30 *z : q(a)ra : tašïṅ :* **taš**
Des schwarzen Steines **Stein(e?)**

31 **šṅ**

Z. 1. *p(a)γ(a)rl(ï?)-* muß dem Zusammenhange nach »Planeten« bedeuten und ist, wie mich Hr. Prof. F. C. Andreas gütig belehrt, dem soghdischen *paχar*, Plur. *paχartē* (> *-rδē* > *-rlē*) entlehnt. Über das Nähere siehe seine dieser Abhandlung sich anschließenden »Zwei soghdische Exkurse«.

Z. 2. ה ist kein Runenzeichen, sondern ein Hē ה, hier nach seinem semitischen Zahlwert = 5 gebraucht. Es werden im folgenden gerade fünf Farben von Steinen erwähnt.

Z. 3. *munčuq*, vgl. dschagat. بونجوق *bunğuq*, مونجوق *munğuq* »Glaskoralle« (Vámbéry), osttürk. مونجاق *munğaq* »a coloured bead« (R. B. Shaw), osm. بونجق *bunğuq* »petits grains de verre, boules de verre; perles fausses portées en guise d'ornements« (Barbier de Meynard). Hier muß es doch von echten Schmucksteinen gebraucht sein. Ich habe es der Kürze wegen »Juwel« übersetzt (vgl. Sanskrit *maṇi*)*).

*) Daß diese Bedeutung noch im heutigen Turfaner Vulgärdialekt fortlebt, geht aus einem mir nachträglich von Hrn. von Le Coq gütigst mitgeteilten Vers eines Liedes auf die Mädchen der Nachbarorte hervor: *sū-dïn čïqqan mōnčaχ, dāk tóyoqlúq-nïng qïzlärï* »Wie Juwelen aus dem Wasser (des Toyoqbaches) auftauchend: so sind die Töchter der Leute von Toyoq«. Für falsche Perlen, falsche Rangknöpfe auf chinesischen Beamtenmützen und andere falsche Juwelen sagt man nach Hrn. von Le Coq *ēšäk mōnčaγï* »Eselsjuwelen«.

Z. 5 ff. *yörüň* = gewöhnl. *örüň* »hell, klar« (vgl. *yön-* Z. 16?). Es scheint, daß *yörüň taš* (vgl. Z. 15. 20/21) hier in der Bedeutung von Edelstein oder wenigstens einer bestimmten Gruppe von solchen (dem Korundgeschlecht?) gebraucht wird, etwa wie arab. *yâqût* (ὙΆΚΙΝΘΟΣ; rot = Rubin, blau = Saphir, gelb = Topas usw., s. Clément-Mullet, Essai sur la minéralogie arabe, Journ. Asiat. 6. série XI, 1868, S. 32; Manuel de la cosmographie du moyen-âge, traduit par F. Mehren, Copenhague 1874, S. 68 ff.) oder das gleichbedeutende chines. *pao-she* (F. de Mély, Les lapidaires de l'antiquité et du moyen-âge I, Les lapid. chinois, Paris 1896, S. LXI. 58). Von solchen Steinen scheint es sich jedenfalls hier handeln zu müssen.

Die hier vorkommenden Planetennamen sind die soghdischen (s. F. W. K. Müller, Die »persischen« Kalenderausdrücke im chines. Tripiṭaka, Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1907, S. 458 ff.). Über die Anschauungen vom Verhältnis der verschiedenen Farben, besonders der der Edelsteine, zu den Planeten, vgl. z. B. Berthelot, Collection des anciens alchimistes grecs, Introduction, Paris 1888, S. 73 ff., 269; A. Bouché-Leclercq, L'astrologie grecque, Paris 1899, S. 311 ff.; Mehren, Manuel de la cosmographie S. 71: »On dit que les couleurs de l'hyacinthe varient d'après celles des étoiles qui, selon les opinions des Sabéens, dominent leurs gisements; ainsi la couleur noire appartient à Saturne, la rouge à Mars, la verte à Jupiter, la jaune au Soleil, la bleue à Venus, la diaprée à Mercure, la blanche à la Lune«. Anders wieder bei den Indern, vgl. L. Finot, Les lapidaires indiens (Bibl. de l'École des hautes études CXI), Paris 1896, S. 133. 175. Vgl. Mély, Lapidaires II, Les lapid. grecs, 1898, S. 25 (ὈΥΙΑΝΌΣ, Saturn gehörend), S. 164. 177 (ΛΊΘΟΣ ΚΟΡΆΛΙΟΣ und ἈΧΆΤΗΣ, Merkur gehörend).

Z. 6. Das Wort *intiz* ist mir weder aus den türkischen noch aus den Nachbarsprachen bekannt. Als dem Jupiter gehörend würde man vielleicht zunächst an einen Stein grüner Farbe denken (vgl. oben).

Z. 11. *t'iγ* ist wahrscheinlich ein iranisches Lehnwort. Ist es = neupers. تیغ *tēγ* »omnis res acuta, gladius« usw.? Vullers, Lex. persico-lat. I, S. 492 gibt auch die Bedeutung »splendor, lux solis, lunae, ignis, simil.«. Wenn man voraussetzen darf — was allerdings zweifelhaft ist —, daß diese Bedeutung hinlänglich alt und verbreitet ist, um hier vorliegen zu können *), würde sie vortrefflich passen; überall ist es die weiße, hellglänzende Farbe, die mit dem Mond in Verbindung gesetzt wird. Der wenigstens scheinbar adjektivische Gebrauch

*) Vgl. doch Sanskrit *tejas* »Schärfe; Spitze der Flamme usw., Glanz, Licht«, *tigma* »scharf; auch von Strahlen, Flammen, Glanz usw.«

könnte dann vielleicht auf Nachahmung einer iranischen Zusammensetzung beruhen, aber auch speziell türkisch sein, da abstrakte Substantive und Adjektive hier vielfach ineinander hinübergreifen. Oder entspricht *t²iγ* einem, allerdings unbekannten, iranischen **tīχ* (vgl. ANDREAS, Zwei soghdische Exkurse)?

Z. 16. *sïγ*, sonst »seicht«, scheint hier eher »trübe« zu bedeuten, im Gegensatz zu *y[örü]ñ* Z. 21/22. — Ist *yön-* hier und Z. 22 = *ön-* »wachsen, hervorsprießen«, vgl. *yörüñ* Z. 5 und anderseits die geänderte Wendung Z. 26—27? Oder ist *yön(ä)s(ä)r* zu lesen, von *yönä-* »vorwärtsgehen, aufbrechen« (RADLOFF, Wörterb. III Sp. 448, vgl. uig. *yönäl-* »aufbrechen, erscheinen« ebd.), osttürk. جوناماك *ğünämäk* »to start, to depart« (R. B. SHAW)? — *Sub* »Wasser« ist hier gewiß nicht materiell zu verstehen, sondern bedeutet, mit pers. آب *āb* stimmend, nur »Schein, Glanz«. Ebenso z. B. osm. *älmasïñ suyu* »Glanz des Diamanten« (vgl. »Diamant vom reinsten Wasser«), *inğunüñ suyu* »perle de belle eau«.

Z. 19. Vor der Zeile steht ein apostrophartiges Zeichen ↄ, dessen Bedeutung mir dunkel ist.

Z. 20. *yorïq* »gehörig, wohlgelungen, erfolgreich« (vgl. Kutadgu Bilig 83, 14: *yorïq bolsa*; 71, 9: *yorïq* [nicht *yoruq*] *tut*, u. a. St.); wohl zu unterscheiden von *yorïγ* »Wandel«.

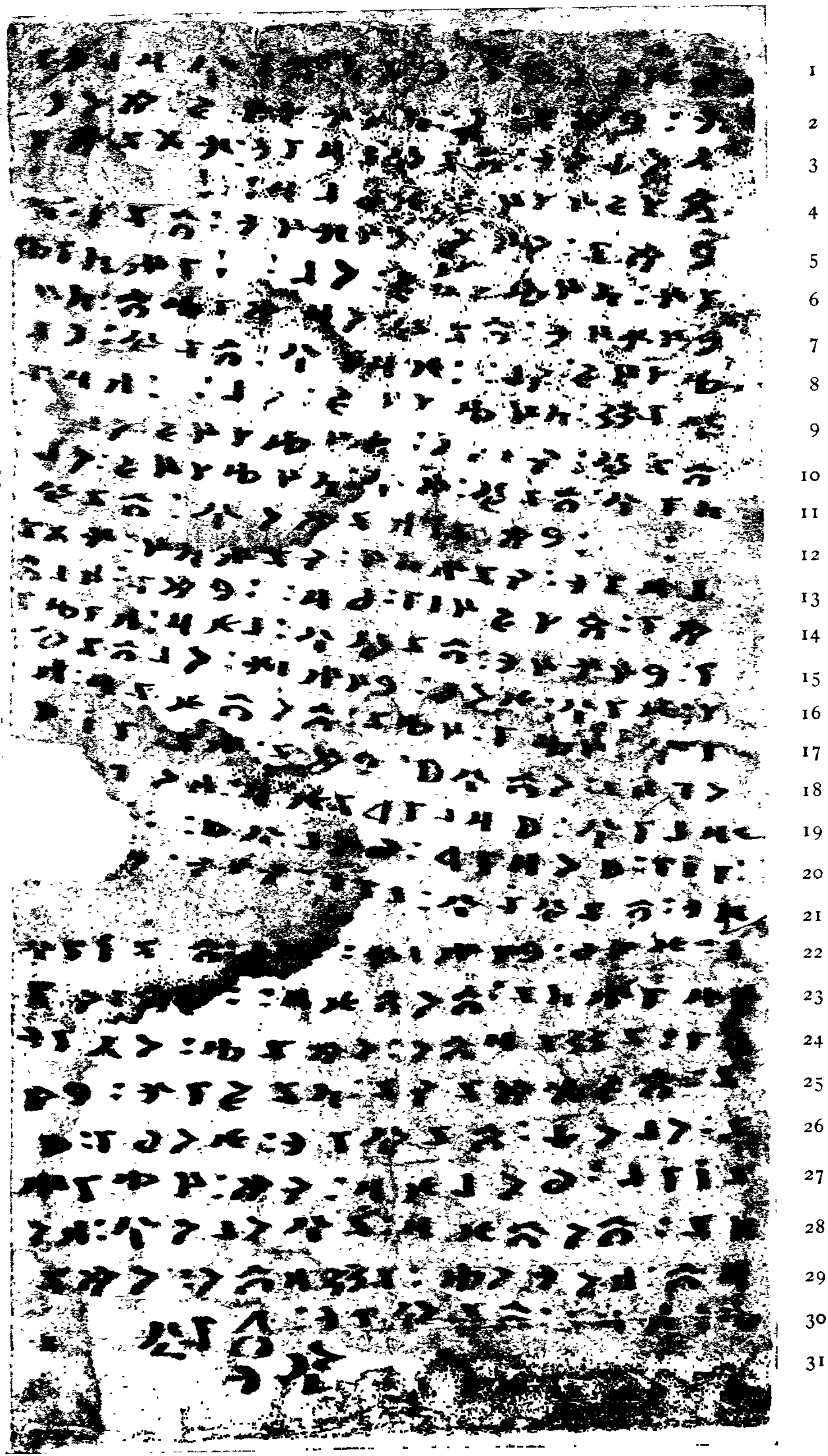
Z. 25. *b(ä)gd(ä)mä* ist kein echt türkisches Wort, sondern unzweifelhaft dem Iranischen (Soghdischen) entlehnt. Da es nicht, wie das parallele *učïña*, mit Pronominalsuffix versehen ist, muß es irgendein nicht nur auf die einzelne Person sich beziehendes, sondern allgemein zu erzielendes, absolutes Gut bezeichnen. Mit Zustimmung von Hrn. F. C. ANDREAS habe ich ein soghdisches **baγ(a)dam(a?)* »Gottes Haus, Wohnung« vermutet und danach »Paradies(?)« übersetzt. Vielleicht hätte man türkisch eher **b(a)γd(a)ma* mit *a*, nicht *ä*, erwarten können, vgl. *b¹(a)γ* T. M. 327 Vorders. 28 (VON LE COQ, S. 1053)? Der letzte Teil des Wortes könnte übrigens auch an *tängridäm* (F. W. K. MÜLLER, Uigurica S. 9. 10) erinnern.

Z. 30. Die Subscriptio, mit größeren Buchstaben geschrieben, *taš* »Stein«, ist wohl als eine Art Inhaltsangabe der Seite aufzufassen.

Schwieriger ist das untenstehende *šñ*. Möglicherweise ist es nur eine kalligraphische Wiederholung der Schlußsilbe des letzten Wortes *tašïñ* mit Weglassung des Vokals. Ansprechender ist es doch, hierin eine dem neupers. سنگ *säng* »Stein« entsprechende iranische Dialektform *šang* zu sehen. Über die Wahrscheinlichkeit dieser Erklärung und das Vorkommen von dialektischem *š* statt sonstigem gemeiniranischen *s* siehe F. C. ANDREAS, Zwei soghdische Exkurse.

Wörterverzeichnis.

(Die Zahlen bezeichnen die Zeilen; fetter Druck, daß das Wort besonders besprochen ist.)



THOMSEN: Ein Blatt in türkischer „Runen“schrift aus Turfan.

Zwei soghdische Exkurse zu Vilhelm Thomsens: Ein Blatt in türkischer Runenschrift.

Von Prof. Dr. F. C. Andreas
in Göttingen.

(Vorgelegt von Hrn. F. W. K. Müller am 3. Februar 1910 [s. oben S. 105].)

Exkurs 1.

pγrl »die Planeten«. Diese durch den Zusammenhang geforderte Bedeutung des Wortes wird durch seine Identität mit der soghdischen Bezeichnung für »Planet« bestätigt. Um hierfür den Beweis zu führen, muß eine allgemeinere Erörterung vorausgeschickt werden.

Das Soghdische oder, genauer ausgedrückt, das Mittelsoghdische[1] ist uns durch die bei Turfan gefundenen Handschriftenreste in zwei Dialekten erhalten, von denen der eine ausschließlich in manichäischen, der andere ebenso ausschließlich in christlichen Fragmenten verwendet ist. Beide unterscheiden sich, wenn wir von der Verschiedenheit der Schrift absehen, dadurch, daß das manichäische Mittelsoghdisch durchweg ältere Sprachformen aufweist als das christliche Mittelsoghdisch[2], und wo dieses ein *δ*, als Fortsetzer von älterem *δ*, *t* und *θ* hat, ein *l*[3] zeigt. Dieses durch das syrische einfach oder doppelt gesetzte ܠ bezeichnete *l* ist man geneigt gewesen, für den graphischen Ausdruck der stimmhaften dentalen Spirans *δ* zu halten. Diese Auffassung, wonach es sich bei der Verwendung des ܠ um einen graphi-

[1] Da die Sprache auf derjenigen Stufe der Entwicklung steht, die als mitteliranisch bezeichnet werden muß.

[2] Dieses bildet in mancher Beziehung eine Übergangsstufe zum Neusoghdischen, das nur in einem einzigen Dialekt, dem Yaghnōbī, fortlebt. Diesen wird man aber, soweit sich das schon jetzt beurteilen läßt, nicht als den Abkömmling eines der beiden uns erhaltenen mittelsoghdischen Dialekte ansehen dürfen.

[3] Außer nach *n*, wo der durch •ܕ bezeichnete dentale Verschlußlaut an die Stelle der Spirans getreten ist. Doch finden sich Beispiele von *l* auch nach *n*, was beweist, daß die Spirans ursprünglich auch nach dem Nasal gesprochen wurde. So wird unter anderm regelmäßig *anl(ā)mēṭ* (oder *t*) »Glieder« geschrieben, vgl. neupers. *ändām*, awestisch *handāma* (zu sprechen *honδōma*).

schen, und nicht um einen phonetischen Vorgang handelt, halte ich nicht für zutreffend. Warum soll in dem von den Manichäern gesprochenen Dialekt des Mittelsoghdischen δ nicht in *l* übergegangen sein? Das Auftreten dieses Lautwandels ist ja charakteristisch für einen Teil der noch lebenden ostiranischen Mundarten, die man danach sehr wohl in δ- und in *l*-Dialekte scheiden könnte. Diese sind das Afghanische, das Minğānī oder Mungī und das Yidghah[1]. Aus diesem Nebeneinander von δ und *l* erklärt es sich, daß Ortsnamen, die ein δ enthalten, gelegentlich noch eine zweite Form mit *l* haben, so *Baδaχšān* und *Balaχšān*, *Āmūi*[2], am Oxus, das auf ein älteres **Āmūδ* zurückgeht, und *Āmul*. Und gerade von *Suγδ* (awestisch *Suγδǫ*) ist ja auch eine Form mit *l* für δ überliefert, nämlich *Sūlīk*, das eigentlich ein Adjektivum ist. Hier ist das γ zunächst zu *h* reduziert worden und dann unter gleichzeitiger Dehnung des vorhergehenden Vokals geschwunden, sowie δ zu *l* geworden. Obgleich uns diese Form in westiranischen Schriften (Pehlewiübersetzung des Vendidad I, 4; Bundehesh ed. Westergaard 38, 3 und 51, 6, wo beidemal ungenau *Sūrāk*) begegnet, so muß sie doch im Osten entstanden sein, da in den westiranischen Dialekten der Übergang von δ in *l* nur ganz vereinzelt vorkommt. Sie ist die jüngere einheimische Form des alten Stamm- oder Landesnamens, die der chinesische Pilger Hüan-čuang (Hiouen-thsang) im Jahre 630 auf seiner Reise im Lande selbst gehört und durch Su-li wiedergegeben hat (Mémoires sur les contrées occidentales, trad. par Stan. Julien I, 13); sie stammt aus dem mittelsoghdischen *l*-Dialekt, der wohl der herrschende gewesen ist. Neben der Form des Landesnamens mit *l* gab es aber noch eine andere, die das ur-

---

[1] Ich stelle ein paar der gewöhnlichsten Wörter des manichäischen Mittelsoghdisch mit den entsprechenden Wörtern der lebenden ostiranischen *l*-Dialekte zusammen, um die auffallende Übereinstimmung hinsichtlich des *l* zu zeigen:

	Manich. Mittelsoghd.	Afghanisch	Minğānī	Yidghah
zehn	*lasā*	*las*		*las, lŭss*
Tochter	*luγδā* (geschrieben *luγṭā*)	*lūr*	*loγda*	*lúγdåh, lóγdåh*
eigen (mein, dein, sein usw.)	*χēpal*	*χpal*		
Hand	*lastā*	*lās, lōs, lāsta* f., Seite, Richtung*.	*last*	*last, lŭst*

* In sehr früher Zeit ist die ursprüngliche ostiranische Form *zasto* in allen uns bekannten ostiranischen Dialekten durch die südwestiranische *δasta* verdrängt worden.

[2] *Āmūi* ist die westiranische Form des Namens, die aus dem vorauszusetzenden älteren **Āmūδ* durch den Übergang von δ zu *y* (*i*), nicht aber, wie Marquart (die Chronologie der alttürkischen Inschriften S. 64) meint, durch Mouillierung aus *Āmul* entstanden ist. *Āmūi* verhält sich zu **Āmūδ* genau so wie die jetzige Form des Stadtnamens *Andχūi* zu dem älteren *Andχōδ*, die Marquart beide gleich darauf (a.a.O. S. 65) erwähnt.

sprüngliche *δ* bewahrt hatte, *Sōδ*. Sie findet sich in einer armenischen und einer syrischen Quelle[1] und gehört offenbar dem von den Christen bevorzugten mittelsoghdischen *δ*-Dialekt an.

Hiernach liegt, meines Erachtens, kein Grund dafür vor, den in den manichäischen mittelsoghdischen Fragmenten durch das syrische ܠ bezeichneten Laut für etwas anderes als ein *l* zu halten. Es schließt aber nicht aus, daß anstatt dieses *l* von denen, deren Dialekt das christliche Mittelsoghdisch war, ein *δ* gesprochen wurde, ebenso wie umgekehrt die Manichäer sicher das durch ܕ, ܠ̤ und ܕ̤ bezeichnete *δ* der christlichen Fragmente als *l* lasen, das heißt, der Lesende übertrug auf das Zeichen für den fremden Laut den entsprechenden Laut seines eigenen Dialekts, so daß tatsächlich die in Frage stehenden Zeichen je nach dem Lesenden einen andern Lautwert hatten[2]. Hierauf mußte aufmerksam gemacht werden, um die Verwendung des ܠ zur Bezeichnung des *δ* in den mit Estrangeloschrift geschriebenen türkischen Texten zu erklären[3]. Eine Bestätigung für das *l* des manichäischen Mittelsoghdisch liefert auch, wie sich zeigen wird, die Wiedergabe des zu erklärenden Wortes in köktürkischer Schrift.

Zum Schluß dieser Vorbemerkung muß noch auf das nachdrücklichste auf einen Umstand hingewiesen werden, ohne dessen Kenntnis die Lautverhältnisse des Mittelsoghdischen nicht richtig beurteilt werden können, daß uns nämlich die beiden Dialekte in einer Orthographie überliefert sind, die zum großen Teil historisch ist, außerdem aber auch in nicht geringem Umfange pseudohistorisch. Das Verhältnis der phonetischen, historischen und pseudohistorischen Schreibungen zueinander ist bei den beiden Dialekten nicht dasselbe und wird sich erst durch eine umfassendere Untersuchung genauer bestimmen lassen; besonders auffallend ist in den christlichen mittelsoghdischen Fragmenten die häufige Anwendung pseudohistorischer Schreibweisen.

Nun zu dem Worte *p(a)γ(a)rl* selbst. Die in den mittelsoghdischen manichäischen Fragmenten vorkommenden Bezeichnungen für »Planeten« und »Fixsterne«, spezieller »die zwölf Zeichen des Tier-

---

[1] In der dem Moses Chorenathsi zugeschriebenen Geographie (Werke des Moses, Venedig 1865, S. 614 = Geographie ed. Patkanow, Petersburg 1877, S. 24) heißen die Soghder Սօղիկ *Sōdik*, und genau dieselbe Form, ܣܘܕ *Sōδ*, hat auch die von Budge herausgegebene syrische Übersetzung des Alexanderromans. Sie stand jedenfalls schon in der der syrischen zugrunde liegenden Pehlewiübersetzung. Vgl. auch Marquart, Die Chronologie der alttürkischen Inschriften S. 56, Anm. 1.

[2] Analoge Erscheinungen aus dem deutschen Sprachgebiet sind bekannt genug, s. Paul, Principien der Sprachgeschichte[2], S. 325 f.

[3] S. K. Foy, Die Sprache der türkischen Turfan-Fragmente in manichäischer Schrift I, S. 2 (= Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. LIII, 1904, S. 1390).

kreises«, gehören zu den Wörtern, deren Bedeutung es mir am frühesten gelungen ist, festzustellen, dank dem leicht erfaßbaren Zusammenhange der einzelnen Stellen und den gelegentlich vorgesetzten Zahlzeichen 7 und 12. Der Casus rectus des Wortes für »Planet« lautet im Singular *paχar*, der Casus obliquus *paχarē*. Der aus dem Casus rectus des Singulars gebildete Casus rectus des Plurals ist, in historischer Orthographie, *paχart*, der dazu gehörige Casus obliquus *paχartē*; doch wird der Plural dieses Wortes, soweit ich bis jetzt sehen kann, vorwiegend aus dem Casus obliquus des Singulars gebildet und hat dann die Form *paχarēt*, cas. obl. *paχarētē*.

Den Gegensatz zu *paχar* bildet *anχar* »Fixstern, Zeichen des Tierkreises«, Cas. obl. Sing. *anχarē*, Plural Cas. rect. *anχart*, Cas. obl. *anχartē*. Bei beiden Wörtern hat sowohl im Singular wie im Plural der Casus obliquus den Casus rectus zum großen Teil verdrängt, eine Bemerkung, die ganz allgemein nicht nur für die Nomina und Pronomina des Mittelsoghdischen gilt, sondern für alle mitteliranischen Dialekte in dem uns allein bekannten jüngeren Stadium ihrer Entwicklung.

Als erstes Glied einer Zusammensetzung erscheint *anχar* in *anχarvazan*, auch ganz vereinzelt *aχarvazan* (M. 139), der Bezeichnung des Fixsternhimmels, die der westiranischen, *aχtarvazan*, entsprechend gebildet ist und wörtlich »Träger der Fixsterne oder der Zeichen des Tierkreises« bedeutet.

Paχar, ursprünglich wohl **pat(i)χar*, **paδχar*, und *anχar* enthalten die Wurzel *χar*, die uriranisch aber *har* lautete, da eine der charakteristischen Lauteigentümlichkeiten des Mittelsoghdischen der Übergang von gemeiniranischem *h* in *χ* ist. Sie hat die Bedeutung »gehen, sich bewegen« und wird gerade auch von der Bewegung der Gestirne gebraucht, so z. B. in dem Fragment M. 767. Die Wurzel ist natürlich identisch mit indischem *sṛ*, *sárati* »laufen, eilen, fließen«. *Paχar* ist also »der sich bewegende« und *anχar* »der sich nicht bewegende«.

Man sieht nun ohne weiteres, daß *p(a)γ(a)rl* nichts anderes sein kann als das mittelsoghdische *paχar*, aber, da es ein Plural ist, entspricht es nicht dem Singular, sondern dem Plural des mittelsoghdischen Wortes, also *p(a)γ(a)rl* = *paχart*. Hier die nähere Begründung dieser Gleichung:

1. Türkisches γ = mittelsoghd. χ. In allen drei Fällen[1], wo die von den Türken entlehnten mittelsoghdischen Wörter ein χ haben, erscheint dieses im Türkischen als γ: msoghd. *māχ* »Mond« = türk.

[1] Ein vierter könnte die Farbenbezeichnung *tiγ* sein, von der ich vermute, daß sie iranisch ist. Doch ist es mir nicht gelungen, sie in irgendeinem iranischen Dialekt aufzufinden.

maγ; christl. msoghd. **nāχeδ* »Venus« (Anāhita) = türk. *naγïd*; msoghd. *paχart* »Planeten« = türk. *p(a)γ(a)rl*. Dieser Übergang der intervokalischen (postvokalischen) stimmlosen Spirans in die stimmhafte kann bei der Herübernahme ins Türkische erfolgt sein, braucht es aber nicht, da er sich, wenn auch einstweilen noch vereinzelt, auch im Mittelsoghdischen nachweisen läßt, z. B. *šīr(a)χōzē* (M. 135 b, B 52 A. v.), gebildet wie neupersisches نیکخواه »wohlwollend, Freund« = syr. ܪܚܡ »liebend«, daneben *nāšīr(a)γōzētī* (Lukas I, 71, bei F. W. K. Müller, Neutestamentliche Bruchstücke in soghdischer Sprache S. 8) »Feinde« = syr. ܒܥܠܕܒܒܝܢ. Es wird zu untersuchen sein, ob das intervokalische χ im Mittelsoghdischen nicht bloße historische Schreibung für γ ist; χ wäre dann genau so zu γ geworden, wie θ (geschrieben *t* oder *ṭ*) zu δ und *l*.

2. Türkisch *rl* = msoghd. *rt*. Hier ist das im Mittelsoghdischen nach dem *r* geschriebene *t* (oder *ṭ*) historische Schreibung, denn nach *r* mußte ursprüngliches *t* zu δ werden, das sich im christlichen Mittelsoghdisch unverändert erhielt, während es sich im manichäischen Mittelsoghdisch weiter zu *l* wandelte. Überall, wo im Mittelsoghdischen der Manichäer *rt* geschrieben ist, ist *rl* zu sprechen. Das wird bewiesen durch die phonetischen Schreibungen, die sich glücklicherweise neben den historischen finden. So erscheint die manichäische mittelsoghdische Form von *Amurtosponto*, awestisch *Amuhrosponto* (eine jüngere Form des Namens, die die ursprüngliche aus dem Text der heiligen Schriften verdrängt hat), in der phonetischen Schreibung *m(u)rlāsp(o)nd*, christl. msoghd. plur. *murδāspondē*, geschrieben *m(u)rdāsp(o)nṭē* für *m(u)rdāsp(o)nṭṭē*. Im christlichen Mittelsoghdisch wird *škurδiyā* »Drangsal«, die Übersetzung von syrischem ܐܘܠܨܢܐ, mit historischer Orthographie *šqurt(i)yā* geschrieben (B 12, Joh. XVI, 21), während die Manichäer phonetisch *škurl(i)yāh* (M. 372) schreiben, ebenso das dem Abstraktum zugrunde liegende Adjektiv *škurl*, oder, mit vorgeschlagenem *a*, *aškurl* (beides in M. 139)[1]. In demselben Fragment (M. 139) findet sich in ein und derselben Kolumne einmal historisch *par(i)vērtt*, und zweimal phonetisch *par(i)vērll* geschrieben. Obgleich die Bedeutung des Wortes noch nicht ermittelt ist, so ist es doch zweifellos dasselbe Wort, das hier in zwei verschiedenen Schreibungen vorliegt. Die Anzahl der Beispiele, wo historische und phonetische Schreibung in instruktiver Weise nebeneinander vorkommen, ließe sich leicht vermehren, was aber hier zu weit

[1] Ich vermute, daß die ursprüngliche Form **viškurta* war, das zu ind. *vikṛta* »verändert, umgestaltet, umgestimmt« und *vikṛti* »Veränderung im normalen Zustand des Gemüts, Alteration, Aufregung« zu stellen ist.

führen würde. Die mitgeteilten Fälle genügen, um zu beweisen, daß *rt* im Mittelsoghdischen der graphische Ausdruck für *rl* war, und daß daher das *paγarl* unseres türkischen Textes die wirkliche Aussprache des historisch geschriebenen mittelsoghdischen *paχart* wiedergibt in schönster Übereinstimmung mit den phonetischen Schreibungen der manichäischen Texte.

Exkurs 2.

Das *š(a)h* dem neupersischen شنگ gleichzusetzen und die Übersetzung des darüberstehenden türkischen *taš* ist, scheint mir völlig sicher. Jedenfalls macht das anlautende *š* keine Schwierigkeiten, da sich an verschiedenen Punkten des ostiranischen Sprachgebiets Fälle nachweisen lassen, wo *š* an Stelle des zu erwartenden *s* steht. Ich stelle darüber einiges zusammen.

Im Mittelsoghdischen ist *s* der Fortsetzer des arischen *ś*, wie das im Iranischen die Regel ist. Doch finden sich in dem Fragment M. 118 zwei awestische Götternamen, in denen das awestische *s* (= arisch *ś*) durch *š* wiedergegeben ist.

1. *šōk* = awest. *saoka*, eine Glücksgöttin, die als Helferin des Mithra bezeichnet wird[1], eigentlich »Vorteil, Nutzen«.

2. *N(a)r(a)š(o)nχ* und *N(a)rēš(o)nχ* = awest. *nairyo. saṅho*, Name des Götterboten, vgl. ind. *nárāśáṃsa*, Bezeichnung des Agni.

Diese beiden Namen wird man schwerlich als echt mittelsoghdisch ansprechen dürfen, obgleich das *χ* in *n(a)r(a)š(o)nχ* auf soghdische Aussprache deutet. Vielleicht gehören sie ursprünglich einem in der Nähe von Sogdiana gesprochenen Dialekt an; oder sprach man etwa in Sogdiana das awestische *s* wie *š* aus?

Sporadisch läßt sich *š* für *s* auch in den Pāmirdialekten nachweisen, so lautet im Waχī das Wort für »Pferd« *yaš* (*yāš*) = altiran. *aspo*, ind. *áśva*. Aber häufiger ist das Auftreten von *š* für *s* im Afghanischen; so z. B. in

šāk, *šōē* »Mist« = indisch *śákṛt* (Geiger, Etymologie und Lautlehre des Afghānischen, Nr. 48 u. 215).

šil »Zwanzig« = awest. *vīsaiti*, ind. *viṃśati* (Geiger, a. a. O. Nr. 216).

špēšta »Luzerne« = altir. **aspo.asti* »Pferdefutter«, neup. *äspist* (Geiger, a. a. O. Nr. 222) u. a. m.

---

[1] Siehe James Darmesteter, Le Zend-Avesta II (Annales du Musée Guimet T. XXII), S. 310.

In diesen und ähnlichen Fällen[1] könnte *š* sehr wohl alt und der direkte Fortsetzer des arischen *ś* sein[2]. Anders verhält es sich aber mit *vīšt* »zwanzig«[3] und *šān* oder *šōn* »Art und Weise«, dann »Ähnlichkeit«. Hier ist es ein bloßer Zufall, daß *š* einem arischen *ś* gegenübersteht, da beide Wörter entschieden Entlehnungen aus dem Westiranischen sind. *vīšt* = westir. *vīst* stammt aus einem Dialekt, der ein anlautendes *v* bewahrt, und nicht wie das Neupersische in *b* gewandelt hatte, und *šān*, *šōn* ist das neupers. *sān*, das auf ein altiran. *sāsnā* oder **sāhana* = ind. *śāsana* »Anweisung, Geheiß, Befehl« zurückgeht[4].

Auf die Neigung des Afghanischen, *š* für *s* zu sprechen, die an diesen beiden Fremdwörtern deutlich zutage tritt, ist auch das *š* in einer Reihe einheimischer Wörter zurückzuführen, wie in *vlēšt* »Spanne« = awest. *vītasti*, ind. *vitasti*, in dem bereits erwähnten *špēšta* »Luzerne« das zweite *š* u. a.; vgl. auch die Zusammenstellung von GEIGER (a. a. O. § 18, 4). Es wäre von Wichtigkeit, zu untersuchen, welche *š* im Afghanischen und in den übrigen ostiranischen Mundarten als direkte Fortsetzer des arischen *ś* anzusehen sind, und welche erst später entstanden sind. Doch reicht unsere Kenntnis des gesprochenen Afghanisch und der afghanischen wie der Pamirdialekte einstweilen dafür nicht aus. Zu erwägen ist bei dieser Frage, ob das *š* sowie das entsprechende stimmhafte *ž* des Afghanischen nicht in jüngerer Zeit eine Einschränkung durch den sehr starken Einfluß des Neupersischen erlitten haben.

Auch im Westiranischen gibt es eine Anzahl von *š*, denen im Arischen ein *ś* gegenübersteht. Eine Zusammenstellung gibt HORN (Grundr. d. iran. Philologie I, 2, Neupers. Schriftspr. § 39, 2b, S. 87 u. 88). Wenn wir von den Entlehnungen aus dem Indischen absehen, wie *šāγāl* »Schakal« = ind. *sṛgāla* u. a., ist das *š* in den meisten, vielleicht sogar in allen Fällen nicht alt und verdankt seine Entstehung benachbarten Lauten. Wörter endlich wie *χvāš*, *χvāšū*, *χušū* »Schwiegermutter« neben neupers. *χusurū*, *χusū* und *χāsū*, aber afghan. *χvāṣa*, *χvōṣyē*, sowie das aus einem Verse von Daqīqī angeführte *šān* »Wetzstein«, neben gewöhnlichem *sān*, stellen nichts anderes dar als die

[1] Eine Zusammenstellung gibt GEIGER, a. a. O., Lautlehre § 18. 4.

[2] Ebenso wie der entsprechende stimmhafte Laut. das afghanische *ž*, in gewissen Fällen ein arisches *ź* oder *źh* fortsetzen würde, so z. B. in *-žandal*, das nur in Verbindung mit dem Präverb *pē* gebraucht wird, *pēžandal* »erkennen, unterscheiden, wissen« und in *žimai* »Winter«. Andere Beispiele bei GEIGER a. a. O.

[3] Das anstatt *šil* in Verbindung mit den Einern gebraucht wird.

[4] Schon J. DARMESTETER (Chants populaires des Afghans S. LXXIX) hatte *višt* für das »doublet persan« von *šil* erklärt, während GEIGER a. a. O. Nr. 216 schwankt. Wie GEIGER über *šān* (Nr. 372) denkt, ist mir nicht recht klar.

im Osten gebräuchliche Aussprache der betreffenden westiranischen Wörter. Nach dem Osten gehört ebenfalls der von Horn nicht herangezogene bekannte Männername Gäršäsp (گرشاسب, ungenau für كرشاسب[1]) = awest. *Kurusāspo*, ind. *Kṛśāśva*, »schlanke Pferde besitzend«, den als erster ein ostiranischer Held trägt.

Aus dieser Umschau ergibt sich die richtige Auffassung von *š(a)ṅ* ganz von selbst: es ist das westiranische *säng*, das im Munde irgendeines ostiranischen Stammes zu *šäng* geworden war. In dieser Form haben es die Türken gehört und in ihrer Schrift wiedergegeben.

[1] Ursprünglich hat er wohl *Käršāšp* gelautet, woraus durch Dissimilation und unter dem Einflusse des neupers. *äsp* *Käršäsp* geworden ist.

Ausgegeben am 31. März.

1910.
XVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

17. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

Hr. Rubner las: »Über Compensation und Summation functioneller Leistungen des Körpers.«

Der Vortragende bespricht die Schwierigkeiten, welche sich der genauen experimentellen Messung functioneller Leistungen überhaupt entgegen stellen, um dann zur Erörterung der Frage überzugehen, ob die Steigerung des Energieverbrauchs nach einer Nahrungsaufnahme und bei Muskelarbeit Functionen des Körpers sind, die bei gleichzeitiger Wirkung sich summiren oder theilweise compensiren. Versuche am Menschen haben sicher erweisen lassen, dass eine Summation vorliegt.

Über Kompensation und Summation von funktionellen Leistungen des Körpers.

Von Max Rubner.

Die Gesamtleistungen eines Lebewesens leiten sich aus der Einzelarbeit der Organe und ihren Zellen ab und finden in den Ernährungsvorgängen und dem Kraftwechsel einen meßbaren Ausdruck. Sie sind meist periodischer Natur, indem Ruhe und Arbeitszustände in automatisch oder willkürlich beherrschten Zeitmaß abwechseln. Bei manchen Organen sind die Ruhepausen kurz, aber planmäßig angeordnet, so daß der Eindruck einer dauernden ermüdungsfreien Arbeit entsteht, in anderen Fällen schwellen die Arbeitsleistungen nach Bedarf stark an und werden von langdauernden Pausen der Ruhe gefolgt.

Die Organleistungen sind aber nicht durchweg voneinander unabhängig. Durch Nerveneinflüsse, Produkte der inneren Sekretion durch das gemeinsame Band der Blutversorgung bestehen sowohl Beziehungen zu gemeinsam geordneter Tätigkeit als auch Beschränkungen einer Organfunktion zugunsten einer anderen. Alle Organe können niemals gleichzeitig in den Zustand lebhafter Tätigkeit sein, weder Blutzirkulation und Nahrungsvorräte noch Herztätigkeit und Atmung wären diesen Ansprüchen gewachsen. Je lebhafter die Ernährungsvorgänge in einem größeren Zellgebiete sind, desto intensiver werden bisweilen im hemmenden Sinn andere in Mitleidenschaft gezogen und zur Ruhe veranlaßt, ja, es mag das Abströmen von Blut bisweilen einen solchen Umfang annehmen, daß möglicherweise ein solches Organ unter die mittlere Ruhelage seiner Ernährungsvorgänge herabgedrückt wird.

Manche Organleistungen kommen aus Anlaß solcher Kompensationen des Stoff- und Kraftwechsels niemals voll und ganz in die Erscheinung, andere wieder sind an sich zu unbedeutend, um sich von dem Getriebe des Gesamtorganismus genügend abzuheben. Einzelne Organleistungen sind so umfangreicher Art, daß sie in den Veränderungen des Stoff- und Kraftwechsels eines Individuums zwar deutlich zum Ausdruck kommen, lassen sich aber trotzdem in ihrer wahren Größe nicht ohne weiteres erfassen, weil die Steigerung der einen

Funktion andere allgemeine Begleitfunktionen, wie Zunahme der Herztätigkeit, der Atemgröße, auslöst.

Die Begleitfunktionen werden natürlich in ihrer Bedeutung hinter der eigentlichen Organfunktion zurückbleiben, sind aber doch von nicht zu vernachlässigender Größe. Diesen Begleitfunktionen mit Steigerung der Wirkung stehen manchmal solche mit negativer Wirkung zur Seite, indem die Tätigkeit eines Organs die Ausschaltung eines anderen zur Voraussetzung oder Folge hat (Kühlung der Haut bei niedriger Lufttemperatur mit Sinken des Stoffwechsels in derselben und Steigerung des letzteren in anderen Gebieten). Die speziellen Begleiterscheinungen einer Tätigkeit mögen manchmal sogar sehr verwickelter Art sein, wie z. B. bei den Vorgängen des Denkens, wo neben der Blutmehrung für das Gehirn eine Verschiebung von Blut aus der Haut nach dem Innern des Körpers eintritt; also drei Organgruppen (Gehirn, Haut, Bauchorgane) in Beziehung stehen.

Nur unvollkommen gelingt die Auflösung einer Tätigkeit in die einzelnen Komponenten; was wir erfahren können, geht häufig über eine allgemeine Orientierung nicht hinaus. So besitzen wir zwar Methoden zum Studium von Blutverschiebungen im gesunden unverletzten Organismus, die aber, streng genommen, nie quantitativer Natur sein können. Quantitative Messungen des Blutstromes nach operativen Eingriffen entbehren anderseits wieder der Zuverlässigkeit durch unvermeidliche Störungen des natürlichen Ablaufs der Lebensvorgänge. Aus den gleichen Gründen sind Experimente über den Stoff- und Kraftwechsel isolierter, aus dem natürlichen Verband gelöster Organe in ihren quantitativen Resultaten kaum je so zuverlässig, um sie in ein synthetisches Bild des Lebensvorganges zu vereinigen. Unserem Wissen ist also vielfach vorläufig eine empfindliche Grenze gezogen und nur für eine kleine Zahl von Fragen lassen sich Veränderungen des Kraftwechsels der Organismen zu einem Einblick in die Detailarbeit des Körpers verwerten. Doch ist dieser Weg nicht ganz unfruchtbar gewesen.

Wir haben z. B. mit Sicherheit erfahren, daß bei Warmblütern eine interessante kompensatorische Funktion besteht, die sich in folgender Weise äußert. Die Nahrungsaufnahme bedingt eine Steigerung des Kraftwechsels dem Hungerzustande gegenüber, deren Größe ganz von der Art und Menge der Nahrung abhängig ist. Am unbedeutendsten ist die Wirkung der Kohlehydrate, größer jene der Fette, am stärksten die der N-haltigen Stoffe. Ich habe diese Erscheinung die spezifisch dynamische Wirkung der Nahrungsstoffe genannt, sie tritt nur voll zutage, wenn die Experimente bei hoher Lufttemperatur angestellt werden (s. RUBNER, Gesetze des Energieverbrauchs 1902).

Stellt man dieselben Beobachtungen bei stufenweise erniedrigter Lufttemperatur an, so verschwinden zuerst die Wirkungen der Kohlehydrate, dann die der Fette, schließlich die der Eiweißstoffe, und es ist schließlich kein Unterschied mehr zwischen dem Kraftwechsel eines gefütterten und ungefütterten Tieres. Umgekehrt, wenn man bei niedriger Temperatur Eiweiß z. B. in verschiedener Menge füttert und von Tag zu Tag die Wärme steigert, den Energieverbrauch feststellt und mit jenem des unter gleichen Bedingungen gehaltenen hungernden Tieres vergleicht, so sinkt bei letzterem konstant der Energieverbrauch (bis zu einer gewissen Grenze); bei dem genährten aber findet dies Sinken nur in beschränktem Maße statt, am geringsten ist es im Falle reicher Nahrung, größer bei mittlerer Nahrung usw.

Ich gebe zwei Beispiele dafür:

Mäßige Nahrung			Reiche Nahrung		
Temperatur der Luft	Energieverbrauch pro kg in kg/cal. bei Hunger	bei Nahrung	Temperatur der Luft	Energieverbrauch pro kg in kg/cal. bei Hunger	bei Nahrung
5.3	121.3	121.9	4.2	128.0	133.5
15.0	98.7	96.1	14.5	100.9	110.9
21.0	70.7	83.7	21.9	70.7	101.0
30.6	61.9	81.7	30.8	62.6	117.2

(Gesetze des Energieverbrauchs S. 166.)

Es liegt hier also eine ausgesprochene Kompensation zweier Funktionen vor, die eine ist die Wirkung der Nahrung, welche den Energieverbrauch steigert, welche bei gleichbleibender Ernährung nicht variabel ist, der andere Vorgang besteht darin, daß bei dem (hungernden) Versuchstiere der Energieverbrauch ganz abhängig ist von der Luftwärme (chemische Wärmeregulation). Letztere Funktion kann durch die Wärmebildung bei der Nahrungsaufnahme ganz ausgeschaltet werden. Je mehr durch letzteren Vorgang Wärme entsteht, um so weniger wird funktionell durch den Regulationsmechanismus erzeugt.

In analoger Weise, nur dem Willen freigestellt, wirkt kompensatorisch entlastend auf die Wärmeregulation die Muskelarbeit, am klarsten und bekanntesten sind diese Beziehungen von der Temperaturgrenze ab, wo die auch bei völliger Körperruhe wirkende Regulation wegen zu großer Wärmeverluste zu versagen beginnt, die Wärmesteigerung durch Bewegung uns jedoch die niederen Temperaturgrade ohne Unlustgefühle zu ertragen erlaubt.

Das Regulationsprinzip ist für die eben geschilderten Erscheinungen ein energetisches bzw. rein thermisches, im hohen Maße ökonomisches.

Nahrungswirkung und Muskelleistung sind also Funktionen, die zu einer weiteren, der Wärmeregulation, in eine sehr enge Beziehung

treten können; es muß daher auch die Frage aufgeworfen werden, inwieweit die beiden ersteren selbst im Verhältnis kompensatorischer oder sich summierender Funktionen stehen.

Ich habe angenommen, daß die starke Wärmebildung nach Eiweißzufuhr zum allergrößten Teil durch den Abbau eines Teiles des Eiweißes — nämlich der N-haltigen Gruppe — ohne Konnex mit der Energieversorgung der Zellen verläuft, wobei demnach zwar Wärme entsteht, die zur Erhaltung des thermischen Gleichgewichts verwertbar ist, aber für die energetischen Leistungen im engeren Sinne verloren geht.

Ob aber bei Muskelleistungen diese Spaltungen in gleicher Weise auftreten, oder eine andere Ausnutzung der Kräfte möglich ist, läßt sich nicht bestimmt bejahen oder verneinen. Man könnte auch daran denken, daß aus Anlaß der offenbaren Unterschiede der Blutverteilung bei der Nahrungsaufnahme und der Muskeltätigkeit beide Vorgänge untereinander sich beeinflussen können, zumal bei Eiweißzufuhr, wo wir starke Wirkungen der Nahrungsaufnahme sich ausbilden sehen. Die Frage, »ob Kompensation oder Summation«, läßt sich aber experimentell beantworten. Die Versuche wurden in folgender Weise angestellt.

Als Versuchsperson diente ein ziemlich kräftiger Mann, ein Arbeiter von 61 bis 63 kg Gewicht. Er wurde zuerst bei Hunger in 24 stündigem Versuch im Respirationsapparat unter sorgfältig regulierter Temperatur und Feuchtigkeit der Luft beobachtet, dann erhielt derselbe möglichst große Fleischmengen. Am dritten Tage war bei gleicher Kost Arbeitstag, am vierten Tag erhielt er 600 g Rohrzucker, und am fünften Tage leistete er wieder bei ausschließlicher Zuckerkost eine bestimmte genau regulierte Arbeit. Letztere bestand in Dreharbeit am Gärtnerschen Ergostaten, der hier nur die Aufgabe zu erfüllen hatte, die Gleichmäßigkeit der Arbeitsleistung zu garantieren. Die Arbeit betrug in dem betreffenden Versuch je 100000 kg/m in bestimmter Weise über den Tag verteilt = 234 kg/cal. als Wärmeäquivalent. Jeder Versuch dauerte je 22 Stunden und wurde auf 24 Stunden berechnet. Bestimmt wurde der Stickstoff in Harn und Kot, der Kohlenstoff im Harn. Von den Ausscheidungen wurde auch der Wasserdampf gemessen. Die Resultate der beiden Serien von Versuchen lassen sich in folgende Mittelwerte pro 24 Stunden zusammenfassen. Es betrug der Gesamtenergieverbrauch in kg/cal.:

bei Hunger und Ruhe	1976.4
bei Zucker und Ruhe	2023.1
bei Zucker und Arbeit	2868.7
bei Eiweiß und Ruhe	2514.7
bei Eiweiß und Arbeit	3370.3

Unsere Aufmerksamkeit richtet sich sowohl auf die Wirkung der Nahrung als auch auf deren Kombination mit der Arbeitsleistung.

Die Wirkung der Nahrung drückt sich in einer Mehrung des Energieverbrauchs gegenüber dem Hungerzustand im allgemeinen und hinsichtlich des zu erwartenden Unterschiedes zwischen N-haltiger und N-freier Kost deutlich aus.

Bei Aufnahme von 600 g Rohrzucker (und 3000 cbcm Wasser) betrug die Wärmemehrung +2.4 Prozent; das ist weniger, als ich im Mittel beim Tier beobachtet habe, was darauf zurückgeführt werden muß, daß beim Menschen der Energieverbrauch durch die unvermeidbaren Bewegungen und die Körperstellung stets größer ist als bei dem Versuchstiere, das selbst zwischen Wachen und Schlafen keine Stoffwechselunterschiede erkennen läßt. Der Rohrzucker reichte hin, abgesehen vom Eiweißumsatz, alle energetischen Bedürfnisse zu decken, und erzielte sogar einen Ansatz von 147 g Zucker täglich. Die Harnmenge betrug im Mittel 2370 ccm pro Tag und führte, da dem einen Zuckerfütterungstage Eiweißnahrung vorausgegangen war, um 12.8 N mehr aus, als im Hungerzustande des Menschen verloren wurde.

Die Steigerung der Wärmebildung war bei Eiweiß nicht eine maximale, denn im Mittel der beiden Experimente blieb die Eiweißaufnahme etwas hinter der wirklichen Bedarfsgrenze zurück; sie war aber immerhin erheblich und erreichte ein Mehr von 27.2 Prozent der sonstigen Wärmebildung.

Reine Eiweißkost ist bei mittleren Temperaturen immer mit einer starken Zunahme des individuellen Wärmegefühles verbunden, das namentlich bei mittlerer Luftwärme und Feuchtigkeit in den ersten Stunden nach den Mahlzeiten von einer sichtbaren Schweißsekretion begleitet ist. Diese Empfindungen fehlen vollkommen bei reiner Zuckerkost. Nach den Mahlzeiten ist bei ausschließlicher Eiweißkost eine gewisse Trägheit und ein Ermüdungsgefühl ganz unverkennbar. Die Arbeitsleistung wurde der Versuchsperson im allgemeinen bequemer bei ausschließlicher Zuckerkost als bei ausschließlicher Eiweißaufnahme, aus Gründen, die sich empfehlen, später erwähnt zu werden.

Die Energiequelle für die Muskelarbeit bildeten bei Zuckerkost sicher die Kohlehydrate, neben denen noch etwas Fett vom Körper abgegeben wurde. Bei Eiweißkost war es aber nicht das Eiweiß, das Verwendung fand, schon aus dem einen Grunde nicht, weil der größere Teil des Eiweißes gar nicht zersetzt, sondern angesetzt wurde, so daß hier als Kraftquelle nur das Fett des Körpers in Betracht kommt. Da sich die genannten Stoffe im Organismus nach isodynamen, das heißt Werten gleichen Energieinhalts, vertreten, resultiert aus der

Verwendung der verschiedenen Nahrungsstoffe als Quelle der Kraft kein Grund zu differenten Ergebnissen.

Die Frage, ob sich Nahrungswirkung und Muskelarbeit hinsichtlich des Energieverbrauchs kompensieren oder summieren, läßt sich aus den Versuchsergebnissen mit Bestimmtheit ableiten. Liegt eine Summation vor, so wird bei beiden Formen der Ernährung, die wir gewählt haben, der Energieverbrauch bei Arbeit um die gleichen absoluten Größen haben zunehmen müssen. Denn die Annahme, daß bei jeder Art der Ernährung eine absolut gleich große Kompensation eingetreten sei, ist an sich unwahrscheinlich, weil unverständlich; und wenn sie bestände, könnte sie das Resultat nicht wesentlich beeinflussen. Denn eine solche Kompensation könnte bei den Kohlehydraten doch nicht mehr an Effekt erzielen als die komplette Beseitigung der spezifisch-dynamischen Wirkung überhaupt; das wäre also 2.4 Prozent Minderung, der eine analoge, in absolutem Maße ausgedrückte gleiche Wirkung bei Eiweiß gegenüberstehen müßte.

Die durch Arbeit bedingte Steigerung des Energieverbrauchs betrug, für den Tag berechnet, bei Zuckerkost + 41.7 Prozent, bei Eiweiß + 34.0 Prozent, sie war also recht bedeutend. Diese relativen Zahlen können aber keinen Entscheid bringen, denn die ungleiche Ernährung bedingte für den Ruhezustand einen ungleichen Energieverbrauch und diesem fügte sich eine in absoluter Zahl ausgedrückte gleichartige Leistung als Muskelarbeit hinzu. Nimmt man einfach die absoluten Zuwächse an Energieverbrauch durch die Arbeit, so liegt ein einwandfreies Resultat vor.

Für je 100000 kg/m Arbeit war der Mehraufwand des Organismus an Energie: bei Zuckerkost 845.3 kg/cal., bei Eiweiß 855.6 kg/cal. Das Ergebnis beweist die Summierung der Funktionen.

Die Menge des Energieumsatzes ist in beiden Fällen der Ernährung fast dieselbe geblieben und so wenig abweichend, daß man sagen kann, die spezifisch-dynamische Steigerung des Energieverbrauchs und die Arbeitsleistung sind Funktionen, welche nebeneinander gesondert bestehen und sich nicht kompensieren. Die Experimente sind auch noch in anderer Richtung von Interesse gewesen insofern, als sie durch die Messung der Wasserdampfabgabe einige nicht uninteressante Vorgänge der Wärmeregulierung erkennen lassen.

Die Temperatur im Versuchsraum und die relative Feuchtigkeit wurde so gleich gehalten, daß sie fast völlig übereinstimmen; dies ist bei langdauernden Experimenten sehr schwierig zu erreichen, aber die technischen Mittel meines Instituts geben die Möglichkeit hierzu.

Mittelwerte

	Temperatur	Prozent Feuchtigkeit
Hunger	19.7	44
Zucker, Ruhe .	20.1	44
Zucker, Arbeit	20.6	40
Eiweiß, Ruhe .	20.9	41
Eiweiß, Arbeit	20.4	40

Äußere Gründe sind also für eine Veränderung der Wärmeregulation gar nicht vorhanden gewesen, wodurch wir in den Stand gesetzt werden, die aus inneren Gründen mit den physiologischen Leistungen zusammenhängenden Veränderungen genau zu verfolgen. Ich füge die Ergebnisse der Bestimmung des abgegebenen Wasserdampfes bei:

	Tag	Gramm Wasser im Tag	Tag	Gramm Wasser im Tag	Mittel Gramm Wasser	Latente Wärme des Wasserdampfs in kg/cal.	Leitung und Strahlung in kg/cal.
Hunger	1	616	5	650	633	380	1596
Eiweiß, Ruhe. .	2	1295	3	754	1024	614	1901
Eiweiß, Arbeit .	3	2403	4	1716	2059	1235	1904
Zucker, Ruhe. .	4	881	1	884	882	529	1494
Zucker, Arbeit .	5	1596	2	1428	1512	907	1727

Wenn man die latente Wärme des Wasserdampfes vom gesamten Energieumsatz (bei den Arbeitsversuchen ist letzterer um das kalorische Äquivalent der mechanischen Leistung zu kürzen) abzieht, hinterbleibt ein Rest, der auf den Wärmeverlust durch Leitung und Strahlung und durch Erwärmung der Atemluft entfällt. Da letztere Größe sehr unbedeutend ist, spreche ich kurzweg nur von Leitung und Strahlung.

Vergleichen wir jetzt die Resultate zuerst für die Perioden der Ruhe bei verschiedener Ernährung, so findet sich:

	Insgesamt	davon Leitung und Strahlung	Wasserdampf
Hunger. . .	1976 kg/cal.	1596 kg/cal.	380 kg/cal.
Zucker . . .	2023 »	1494 »	529 »
Eiweiß . . .	2515 »	1901 »	614 »

Die Eiweißfütterung macht sich durch die starke Zunahme der Wärmebildung geltend, welche bei 21° Lufttemperatur und 41 Prozent relativer Feuchtigkeit und leichter Kleidung zu einer starken Steigerung der Wärmeverluste durch die Leitung und Strahlung, also

zu starker Blutfülle der Haut, mit erheblicher Zunahme der Wasserverdunstung, führt.

Die ausschließliche Zuckerkost läßt die Abgabe durch Leitung und Strahlung deutlich sogar etwas absinken, die Wasserverdunstung aber gegenüber Hunger etwas steigen, so daß das ganze Mehr der Wärmeerzeugung völlig durch vermehrte Wasserverdunstung gedeckt wurde.

Es liegt also in Zahlen ausgedrückt vor:

	mehr an Wärme erzeugt als im Hunger	mehr an (latenter) Wärme im verdunsteten Wasser
bei Zucker . . .	46.7 kg/cal.	149 kg/cal.
bei Eiweiß . . .	532.7 »	234 »

Die Besonderheiten der Wärmeregulation bei der Arbeitsleistung sind aus der Tabelle S. 322 wohl zu ersehen, ich füge aber noch folgende Übersicht hinzu: Die gleiche Arbeit betrug = 234 kg/cal. pro Tag.

	Zuckerkost	Eiweißkost
Energieverbrauch mehr	845.3	855.6
ab für das Arbeitsäquivalent . . .	234	234
mehr an Wärme im ganzen . . .	611.3	621.6
Wärme lat. im Wasserdampf . .	378.0	621.0
durch Leitung und Strahlung . .	233.3	—

Der Körper des Mannes vermochte bei Zuckerernährung und Arbeit das Mehr der erzeugten Wärme dadurch nach außen abzugeben, daß sich der Verlust durch Strahlung und Leitung um 233 Kal. und jener der Wasserverdunstung um 378 Kal. erhöhte, ohne daß dadurch die Grenze der Leistungsfähigkeit der Blutfülle der Haut für die Zwecke des Strahlungs- und Leitungsverlustes schon erschöpft war; denn diesen Grenzwert können wir, wie die Eiweißversuche zeigen, für die gegebenen Bedingungen auf 1900 kg/cal. pro 24 Stunden annehmen, während bei Zucker nur 1727 kg/cal. erreicht wurden.

Die Blutzirkulation übernahm bei Zuckerkost noch 38.1 Prozent des gesamten Kalorienüberschusses, auf die Schweißsekretion entfielen 61.9 Prozent.

Anders lag die Sache bei der Eiweißkost; hier war schon durch diese allein und ohne die Arbeit die Blutzirkulation nicht in der Lage, überhaupt noch mehr Wärme nach außen zu führen; das ganze Mehr der Wärmeproduktion, 622 kg/cal., war durch Schweißsekretion zu decken und diesem Werte entspricht auch die tatsächlich verdunstete Wassermenge mit 621 kg/cal. Die Leistungsfähigkeit der

menschlichen Haut ist übrigens durch diese Verdunstungsgröße noch nicht bemerkenswert hoch in Anspruch genommen; das Experiment zeigt aber doch wieder, was ich an anderer Stelle schon näher belegt habe, daß reichliche Eiweißkost in tropischen Klimaten die Leistungsfähigkeit für Arbeit stark herabsetzt. Die wärmeregulatorischen Begleitfunktionen der Arbeitsleistung waren, wie diese nähere Schilderung ergeben hat und wie die ungleichartigen Empfindungen es schon vermuten ließen, bei den gewählten zwei Nahrungsformen recht verschieden, ohne daß dadurch der Gesamteffekt, energetisch betrachtet, beeinflußt wurde.

Ausgegeben am 31. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE 1910.

DER XVII.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

31. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Koser las: »Über die politische Haltung des Kurprinzen Johann Sigismund von Brandenburg.«

Die Protokolle und Relationen des 1604 begründeten brandenburgischen Geheimen Staatsraths, deren Veröffentlichung die Archivverwaltung vorbereiten lässt, gewähren den Einblick in die politischen und persönlichen Gegensätze in der Umgebung des Kurfürsten Joachim Friedrich. Der Kurprinz Johann Sigismund, durch den aus Kleve gebürtigen Obermarschall Bylandt von Rheidt berathen, durch den Kanzler von Löben, den Vertrauensmann des Kurfürsten, bekämpft, erscheint als Wortführer einer Actionspartei, die im Anschluss an Kurpfalz und die Niederlande eine alsbaldige Entscheidung des jülich-bergischen Erbanspruchs herbeizuführen strebt.

2. Vorgelegt wurden von Hrn. Harnack Bd. 3 der 4. Aufl. seines Lehrbuchs der Dogmengeschichte. Tübingen 1910 und das von dem auswärtigen Mitglied Hrn. Schiaparelli in Mailand eingesandte Werk: Misure di stelle doppie eseguite nel Reale Osservatorio di Brera in Milano col refrattore di 18 pollici Merz-Repsold negli anni 1886—1900. Milano 1909.

3. Die Akademie hat durch die philosophisch-historische Classe ihren correspondirenden Mitgliedern Hrn. Friedrich von Bezold in Bonn zu den Vorarbeiten für eine Monographie über den französischen Publicisten Jean Bodin (1530—1596) 1000 Mark und Hrn. Ludwig Mitteis in Leipzig zur Herstellung einer Sammlung der justinianischen Interpolationen in den Digesten, dem Codex Justinianus und den Institutionen 600 Mark, ferner Hrn. Prof. Dr. Hans Pomtow in Berlin zur Vollendung seiner Delphischen Studien 500 Mark bewilligt.

Die Akademie hat das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Hans Landolt am 15. März, das ordentliche Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hrn. Adolf Tobler am 18. März und das auswärtige Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Eduard Pflüger in Bonn am 16. März durch den Tod verloren.

Ausgegeben am 14. April.

SITZUNGSBERICHTE

1910.

XVIII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

7. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

*Hr. Koch machte Mittheilungen über das epidemiologische Verhalten der Tuberculose unter Hinweis auf die allgemeine und bedeutende Abnahme der Schwindsuchtssterblichkeit im Laufe der letzten zwanzig bis dreissig Jahre.

Als die wichtigsten Ursachen dieser Erscheinung wurden die im Verhältniss zu früheren Zeiten immer mehr zunehmende Unterbringung der Schwindsüchtigen in Hospitälern und die Verbesserungen in der Wohnungshygiene angegeben, und der Nutzen der Controle der Schwindsuchtsverhältnisse mit Hülfe der Mortalitätsstatistik hervorgehoben.

Ausgegeben am 14. April.

SITZUNGSBERICHTE 1910.

XIX.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

7. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*Hr. Lenz sprach über die Geschichte der Theologischen Facultät an der Berliner Universität seit der Berufung Neander's bis 1817.

Die Entwicklung Neander's unter dem Einfluss der Hamburger Aufklärung, in die seine Gymnasialzeit fiel, der platonischen Studien, die ihn zum Übertritt zum Christenthum anregten, der Schriften Schleiermacher's und des Unterrichts, den er bei diesem in Halle genoss, und anderer Momente wurde bestimmt und daraus die Gegensätze abgeleitet, die zwischen ihm und seinen Collegen in der Facultät, Schleiermacher selbst, wie Marheineke und de Wette, zu Tage traten; zum Schluss wurde noch des Eintritts Lücke's in die Facultät und seiner vermittelnden Thätigkeit gedacht.

Zwei Aktenstücke aus der thebanischen Gräberstadt.

Von Adolf Erman.

(Vorgetragen am 3. März 1910 [s. oben S. 283].)

Im Jahre 1908 erwarb Hr. Prof. Schäfer von einem der thebanischen Händler einen hieratischen Papyrus, der vom einundzwanzigsten Jahre Ramses' III. datiert ist. Er ist juristischen Inhalts und bezieht sich, wie so viele der in Theben gefundenen Papyrus des neuen Reiches, auf die Verhältnisse der dortigen Gräberstadt und ihrer Arbeiter. Er trägt jetzt die Nummer P. 10496 der ägyptischen Sammlung.

Als ich dieses Schriftstück unlängst näher untersuchte, fiel mir ein seltsames Wort darin auf, das [hieroglyphs] geschrieben ist; ich erinnerte mich, daß ich ein solches Wort schon einmal, wenn auch zweifelnd, in einem Texte gelesen hatte. Es war das schlecht lesbare Londoner Ostrakon 5624, das vom siebenten Jahre des Königs Haremheb datiert ist[1].

Aber merkwürdigerweise traf ich auf diesem Ostrakon nicht nur jenes Wort wieder an, sondern es enthielt auch dieselben Namen der Arbeiter, Oberarbeiter und Schreiber, die auf unserm neuen Papyrus vorkommen; und hier wie da hieß es von dem »Oberarbeiter Chons«, daß er »dasaß und trank«. Die beiden Schriftstücke konnten also nicht voneinander getrennt werden, und wenn das eine um anderthalb Jahrhunderte älter sein sollte als das andere, so mußte das auf einem Mißverständnisse beruhen[2].

[1] Es ist 1868 in den »Inscriptions in the Hieratic and Demotic Character from the Collections of the British Museum«, Taf. XIV veröffentlicht worden, aber »it has suffered much from the effects of time«, und so ist das dort gegebene Faksimile kaum zu benutzen.

[2] Auch in anderer Hinsicht ist dieses Zusammenkommen der beiden Schriftstücke von Interesse. Der Papyrus ist 1908 auf den Antikenmarkt gekommen, er ist also, wie dessen Verhältnisse jetzt liegen, zweifellos erst in jüngster Zeit aufgefunden worden. Das dazugehörige Ostrakon aber, das doch gewiß aus demselben Fundort stammt, ist, wie mir Hr. Budge freundlich mitteilt, bereits 1837 auf der Versteigerung der Sammlung Athanasi gekauft worden; es ist also 70 oder 80 Jahre früher an das Licht getreten. Ich komme hierauf unten noch zurück.

Wie sich dieses Mißverständnis aufhebt und was für uns aus seiner Aufhebung folgt, soll im folgenden dargelegt werden.

Ich gebe zunächst den Text der beiden Schriftstücke und einen Übersetzungsversuch.

Papyrus Berlin 10496.

P I (Vs. I — II).



[1] Vom Schreiber ausgewischte Stelle.

[2] Nicht wohl anders zu lesen .

[3] Sic; es ist das der älteste Beleg für das Erlöschen der 1 sg. des Pseudopartizips, das dann in Dyn. 21 durchdringt.

Im Jahre 21, am siebenten Tage des ersten Sommermonats (unter) König Ramses III.[1]

An diesem Tage revidierten
der Oberarbeiter Chons,
der Schreiber Wenennofre,
der Schreiber Amennacht,
der Stellvertreter Anhorcha,
der Stellvertreter Amencha

das *ꜣḫ-ḫt*, welches sich in dem Grabe des[2] Arbeiters Chanun befindet. Sie stellten fest[3]: »Das *ꜣḫ-ḫt*, das sich in dem Grabe des Arbeiters Amenemopet befindet, wurde[4] geöffnet.«

Es kamen zu mir[5], und zwar(?) herunter[6],
der Schreiber Amennacht,
der Stellvertreter Amencha,
der Stellvertreter Anhorcha,
der *wꜥrt*(?) beamte Neferhotep.

Der Schreiber des Wesirs Amennacht rief mir zu: »Öffne nördlich von der Säule, die in deinem Grabe ist, damit ich den Eingang deines *ꜣḫ-ḫt* darin sehe.«

Ich stand und baute[7] zusammen mit Hori, dem Sohn des Huinofer, und dem Arbeiter Bekenwerel. Der Oberarbeiter Chons saß und trank auf dem Grabe des Chanun.

P 2 (Vs. 12—15).



[1] *wśr-mꜣꜥt-rꜥ mrj-ỉmn*, der offizielle Name des Königs.

[2] Er schreibt *nꜣ* für *n*.

[3] Eigentlich »fanden«.

[4] Möglich wäre wohl auch »wird geöffnet«.

[5] Eigentlich wohl »es waren die und die, welche zu mir kommen taten«, eine Konstruktion, die zum mindesten äußerlich an das koptische zweite Perfektum ⲛ̄ⲧⲁⲩⲉⲓ erinnert.

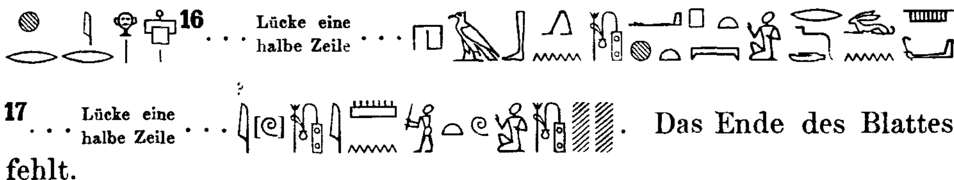
[6] »Mit einem Herunterkommen« — das wird sich nicht auf das Heruntersteigen in das Grab beziehen, sondern ein technischer Ausdruck sein.

[7] *ḳd* ist das gewöhnliche Wort für »erbauen«; hier muß es dem »öffne« entsprechen und vom Aufbrechen des Mauerwerkes gebraucht sein.



Danach aber, als die Stätte revidiert wurde, fanden sie (darin) einen bunten Holzsarg, auf den kein Name irgendeines irgendwo befindlichen Menschen[2] gesetzt[3] war, und es war kein ..... und kein Topf .... Es gab keinen .... des Landes, der neben ihm lag.

P 3 (Vs. 15—17).



Das Ende des Blattes fehlt.

Danach aber ...., sandte der Schreiber Achpet die Mitteilung: Geöffnet .... der Schreiber Amennacht, der Schreiber ....

P 4 (Rs., Kanzleinotiz am untern Rand des Blattes).



Das Aktenstück[5] des Grabes, welches der Wächter Penwennofre (?) redete.

---

[1] Erhalten ist hinter ... ; ich vermag das nicht zu lesen und nicht zu erraten, was da gestanden haben kann. Der Satz muß ja doch ein Verbum und ein Subjekt haben, und beides soll in dieser Lücke stehen. Der Sinn ist gewiß: der Sarg hatte keinerlei Beigaben.

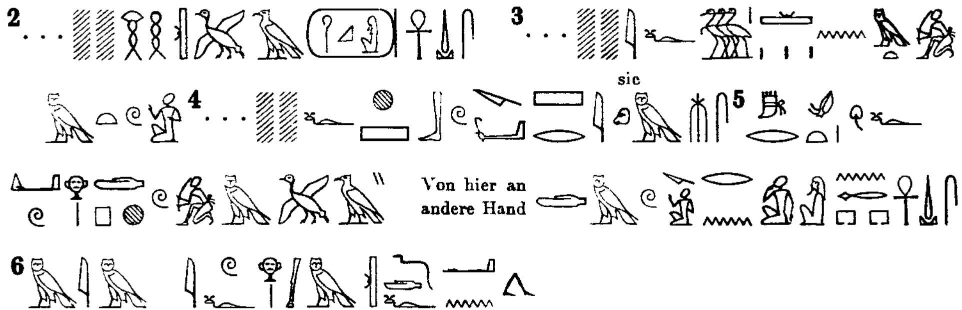
[2] Eigentlich »irgendeines Menschen, der im ganzen Lande ist«.

[3] ... findet sich auch sonst (z. B. Harris 4, 2; Pap. Turin 73 + 18, 6; Apophisbuch 23, 7; 26, 3; Mar., Dend. IV 39) vom Eingraben des Namens auf ein Bauwerk oder einen andern Gegenstand.

[4] ... so scheint zu stehen. Ob ... ?

[5] Es ist gewiß eine bestimmte Art Aktenstück gemeint; das »redete« führt auf etwas wie Erklärung, Aussage, Beschwerde. Ob die Notiz der Titel für die Vs. (P 1—3) ist? Nur erwartet man für diese einen andern »Redenden«.

P 5 (Rs., spätere Notiz von anderer Hand).

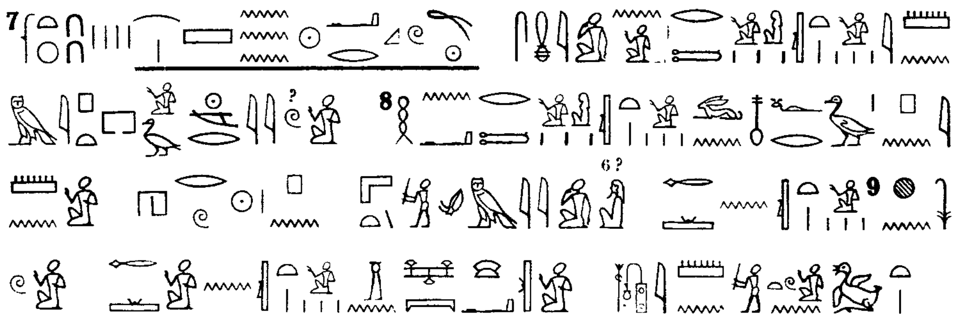


»...... beim Herrscher, [dessen] Macht zum Tode (führt)[1] — wenn ich[2] .... ihm Nase und Ohren abschneiden (?)[3], auf einen ......[4] gesetzt in diesem (?).[5]«

(Zusatz von anderer Hand.)

Der Name des Pharao wurde dabei genannt; er wiederholte noch einmal, was er gesagt hatte.

P 6 (Rs. 7—15. Von andrer Hand).



[1] Diese Schwurformel kommt ähnlich auch Pap. Tur. 43, 9 vor: bei dem Herrscher sic.

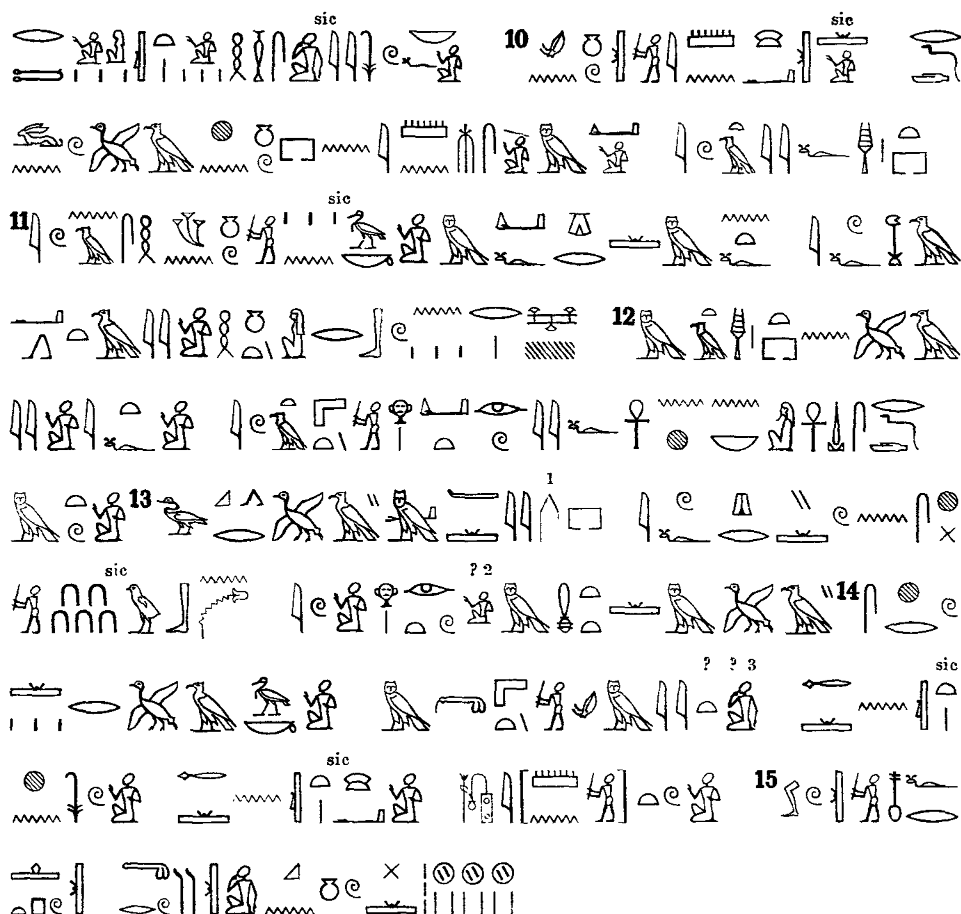
[2] In allen Schwurformeln des Neuägyptischen liegt eine Ellipse vor: »(Wenn es sich herausstellt) und ich ..«, vgl. meine Neuägypt. Gramm. § 220, wo sich die Beispiele jetzt vermehren ließen.

[3] Dieser Ausdruck kehrt ähnlich im Pap. Mayer A wieder: »ihm wurde der Eid auferlegt«, was irgendwie bedeutet: »er wolle verstümmelt werden, wenn er nicht die Wahrheit sage«.

[4] *dpḥw* ist unbekannt; zu »Pfahl«, worauf man raten möchte, paßt das Determinativ nicht.

[5] *m pꜣj* läßt sich nicht wohl anders übersetzen; was es aber bedeuten soll, weiß ich nicht. Ist der Satz etwa nicht fertig geschrieben? Ihm folgt ja ohnehin eine Ergänzung von andrer Hand.

[6] , wohl nicht , was diese Handschrift nicht kennt.



Jahr 24, am letzten Tage des ersten Sommermonats.

Ich hatte angezeigt (?)[4] den Arbeiter Amenemopet, den Sohn des Merire, und den Arbeiter Wennofre, den Sohn des Penamon.

An diesem Tage. Verhörendes Gericht:
der Oberarbeiter Chons,
der Oberarbeiter Anhorcha,
der Schreiber des Wesirs Amonnacht,
der Arbeiter Hesisunebef,
der Stellvertreter Amoncha.

1 ragt über die Zeile hinaus.

2

3 Auf folgt .

4 Oder »mir zeigten an«, oder »mir wurden angezeigt«.

Die Wohnstätte[1] des Amenmose gehört mir. Sein Grab ist[2] — die Befehle an (?) *bk*[3] sind auch bei ihm. Er warf meine Herrin[4] aus dem Grabe meines Vaters heraus. Das Gericht ließ ihn beim Leben des Herrn schwören: »Bin ich in dieses Grab (?)[5] eingedrungen«, so wolle er 100 Schläge und 50 Wunden haben.

Ich tat ebenso in dieser Weise gegen (?) *pꜣ-bk* vor dem verhörenden Gerichte:

dem Oberarbeiter Chons,
dem Oberarbeiter Cha,
dem Schreiber Amennacht,
dem *wꜥrt* (?) Beamten Neferhotep

und sehr, sehr vielen Zeugen.

Ostrakon London 5624.

O 1 (Vs. 1—5).



¹ muß ein allgemeines Wort wie »Wohnung« sein: man nennt oft einen Tempel das *ḥnw* des Gottes; jemand stiehlt Brot u. a. aus dem *ḥnw* eines Mannes; vom Grabe steht es wohl sicher im Pap. Salt, wo jemand schwört, er müsse nicht in das »*ḥnw* seiner Eltern« eingehen, wenn er die Unwahrheit sage. Auch im Grabe des *Nb-wnnf* zu Theben nennt der Tote das Grab »das , in dem ich weile«.

² Fehlt das Ende des Satzes? Oder ist das »sein Grab« (nach § 370 meiner Grammatik) hervorgehoben? Nur sollte man dann im folgenden Teile des Satzes irgendein weibliches Suffix erwarten, das sich auf das Femininum »Grab« bezöge.

³ In *bk* und dem gleich nachher vorkommenden *pꜣ-bk* möchte ich bis auf weiteres den Personennamen *Pꜣ-bk* sehen. Denn das Wort *bk* »Diener« hat neuägyptisch einen ganz beschränkten Gebrauch, der zu diesen Stellen gar nicht passen würde.

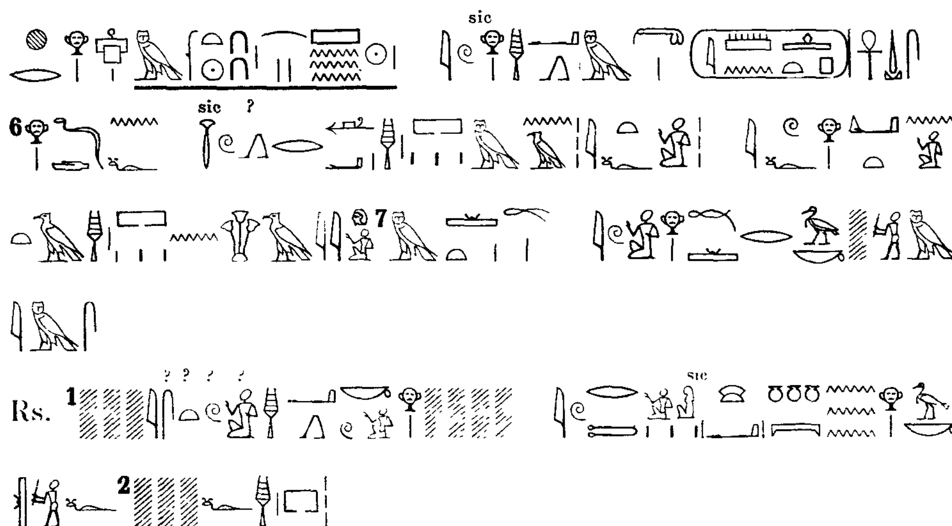
⁴ *ḥnwt* »Herrin« bezeichnet allgemein die Dame; er meint also nur: eine Frau meiner Familie.

⁵ Das Wort *mḥj* ist unbekannt; das Determinativ scheint einen Gebäudeteil darzustellen.



Im Jahre 7 (unter) König Haremheb. Tag, wo der Arbeiter Hai, mein Vater, in die Nekropole eingeführt wurde(?)[1]. Der Vermögensverwalter[2] der Stadt Thutmosis verteilte die Stätten, die im Nekropolenvermögen[2] waren, an die Arbeiter des Pharao. Er gab (dabei) das Grab des Amon (sic) an meinen Vater Hai durch Befehl. Meine Mutter Hel, seine Tochter, sollte für ihn(?)[3] gebären, da er keinen Sohn hatte und seine Stätten verlassen stehen würden[4].

O 2 (Vs. 5—7 und vielleicht Rs. 1—2[5]).



[1] Scheinbar »einführte«, doch handelt es sich ja nach dem Folgenden darum, daß Hai ein Grab bekommt. Entweder ist »man tut« zu verbessern oder der Infinitiv ist passivisch zu fassen.

[2] *ʿ3-n-pr* »Großer des Hauses« und *pr-ḫr* »Nekropolenhaus«.

[3] Lies wohl *mś nf*; das Faksimile und meine Abschrift geben nur *mśf*, was keinen Sinn hat.

[4] Das »stehen würden« ist durch das *ḫpr* ausgedrückt.

[5] Man kann eigentlich nicht sagen, was bei diesem Ostrakon Vs. und was Rs. ist; doch ist die hier angenommene Reihenfolge die wahrscheinliche.

Danach, im Jahre 21, am ersten Tage des zweiten Sommermonats, trat (ich) vor König Amenophis und sagte zu ihm: »Sende (mich) (?)[1] in ein Grab unter den Vätern.« Er gab mir das Grab des Hai durch ein Schriftstück. Ich arbeitete fleißig in ihm ....

Auf der Rückseite, vielleicht nicht zugehörig:

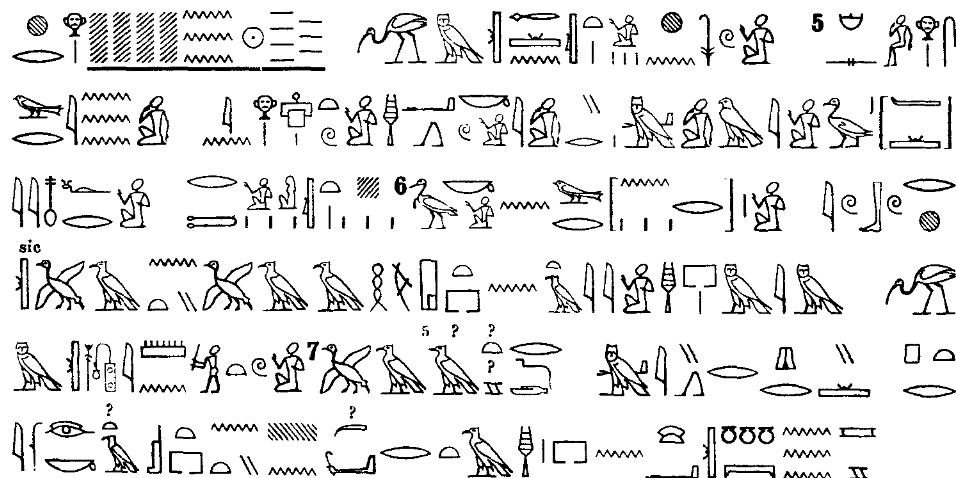
Während (?) ich aber stand und ......, arbeitete der Arbeiter Chanun (für?) sich[2] [an] seinem Grabe.

O 3 (Rs. 2—4).



Am sechsten Tage des ersten Sommermonats war er dienstfrei[3]. Er fand .... das *ꜣḫ-ḫt*, welches in ihm[4] war. Er stieg darin herunter, zusammen mit dem *wꜥrt* (?) beamten Neferhotep .... darin.

O 4 (Rs. 4—7).



[1] Ich nehme an, daß *wꜣḏ* wie oft für *wḏ* steht, aber auch dann fehlt noch *-j* »mich«.

[2] Scheinbar *bk-f*; wie oben wird wieder *nf* für *f* zu lesen sein.

[3] Eigentlich »müßig«, doch bezeichnet der Ausdruck auch sonst den Urlaub.

[4] *m ḫnw-ś*, was ein vorher verlorenes Femininum, wie [Hieroglyphen] »Grab«, voraussetzt.

[5] Etwa [Hieroglyphen] ist erhalten.

Danach, am siebenten Tage des [ersten] Sommermonats, machte der Oberarbeiter Chons eine Feststellung[1], indem er saß und trank. Danach, wie ich mit Hori, dem Sohn des Huinofer, und dem Arbeiter Bekenwerel dastand und nicht wußte, wo das *ꜣḫ-ḫt* meines Grabes wäre, fand der Schreiber Amennacht die Stelle[2] und sagte: »Komm herunter, damit du die Stätte sehest, welche an das Grab des Chanun .....[3].«

Sowohl der Papyrus als das Ostrakon (die ich mit P und O bezeichne) enthalten jeder Zusammenstellungen verschiedener Schriftstücke, die in irgendeiner Weise innerlich zusammengehören werden, da man sie sonst nicht auf dasselbe Blatt und denselben Stein geschrieben haben würde. Nun betreffen aber auch P 1 und O 4 zweifellos die gleichen Vorgänge; man vergleiche:

P 1.	**O 4.**
Im Jahre 21 am siebenten Tage des ersten Sommermonats (unter) König Ramses III.	Danach am siebenten Tage des [ersten] Sommermonats.
Ich stand und baute zusammen mit Hori, dem Sohn des Huinofer, und dem Arbeiter Bekenwerel.	Danach, wie ich mit Hori, dem Sohn des Huinofer, und dem Arbeiter Bekenwerel dastand.
Der Oberarbeiter Chons saß und trank auf dem Grabe des Chanun.	... machte der Oberarbeiter Chons eine Feststellung, indem er saß und trank.
Der Schreiber des Veziers Amennacht rief mir zu: »Öffne nördlich von der Säule, die in deinem Grabe ist, damit ich den Eingang deines *ꜣḫ-ḫt* darin sehe.«	Wie ich nicht wußte, wo das *ꜣḫ-ḫt* meines Grabes wäre, fand der Schreiber Amennacht die Stelle und sagte: »Komm herunter usw.«

Wir müssen deshalb annehmen, daß P und O auch in ihren übrigen Teilen zusammengehören und sich auf dieselbe Angelegenheit beziehen. Wie diese Angelegenheit im einzelnen beschaffen war und wie die verschiedenen Vorgänge miteinander zusammenhängen, ist frei-

[1] Eigentlich »fand«, vgl. oben P 1.

[2] Bei der Lesung [Hieroglyphen] ist bedenklich, daß das Wort nur sehr selten belegt ist.

[3] Man möchte [Hieroglyphen] »anstoßen an« vermuten, doch sprechen die Determinative dagegen.

lich nicht leicht zu ermitteln. Denn diese kleinen Schriftstücke sind ja nicht sorgfältige Protokolle, sondern es sind entweder kurze Notizen, aus denen ein Protokoll redigiert werden sollte, oder es sind Auszüge aus ausführlicheren Akten[1]. Ihre Schreiber wissen, um was es sich in jedem Falle handelt, während wir nicht wissen können, wer mit dem »ich« und »er« in den einzelnen Aussagen gemeint ist. Ich gebe daher die folgende Darstellung der Sache nur unter allem Vorbehalte; man kann sie gewiß auch anders rekonstruieren.

Zunächst haben wir aber noch eine Vorfrage zu beantworten: Was ist das, das in unsern Texten viermal erwähnt ist? Es ist geschrieben, als bedeute es etwa »das Hacken (oder ähnlich) des Hauses«, aber dies kann hier unmöglich seine Bedeutung sein. Es ist etwas, was sich in verschiedenen Gräbern befindet, und etwas, das eine Revision lohnt (P 1); man sieht es für gewöhnlich nicht und weiß nicht immer, wo es ist (O 4); es wird »geöffnet«, und man sieht dann seinen, seinen Eingang (P 1); man steigt »darin« herunter (O 3) und erblickt dann schließlich die »Stätte«, wo der Sarg steht (P 2). Mit andern Worten, es ist das, was wir heute bei einem ägyptischen Grabe seinen »Brunnen« nennen, den Schacht, der von ihm aus zur Sargkammer herabführt. Wenn der Ausdruck sonst nicht vorkommt, so mag das daran liegen, daß er der Sprache dieser Nekropolenarbeiter angehört.

Hat man dies festgestellt, so kann man sich folgendes Bild von den Vorgängen machen.

Der Arbeiter Amenemopet besitzt im Jahre 21 Ramses' III. ein Grab, das unweit von dem des Arbeiters Chanun belegen ist (P 1, O 4, O 2 am Ende). Als die beaufsichtigende Kommission der Nekropole aus irgendeinem Grunde am siebenten Tage des ersten Sommermonats den Brunnen des Chanun revidiert, schließen sie aus irgendwelchen Anzeichen[2], daß der Brunnen des Amenemopet auch geöffnet worden ist (P 1, O 4). Dieser Ungehörigkeit will die Kommission nachgehen und nun auch dieses Grab revidieren; Amenemopet behauptet zwar, nicht zu wissen, wo der Brunnen seines Grabes liege (O 4), aber der Schreiber Amennacht sagt ihm, er solle nur nördlich von der Säule des Grabes aufgraben, da sei der Eingang des Brunnens (P 1). Als nun die Sargkammer offen liegt, da findet die Kommission nichts

[1] Den Papyrus, der ja von verschiedenen Händen nach und nach geschrieben ist, möchte ich für Notizen der Protokollanten halten. Dafür, daß das Ostrakon spätere Auszüge aus fertigen Akten enthalte, könnte sprechen, daß seine Abschnitte anscheinend nicht chronologisch stehen, falls nicht die Reihenfolge seiner beiden Seiten umgekehrt anzusetzen ist.

[2] Hierhin möchte O 3 gehören, das sich auf den Tag vorher bezieht.

darin als einen Sarg, der keinerlei Namen trägt (P 2) und keinerlei Beigaben hat; und aus der breiten Darlegung dieses Faktums ersieht man, daß sie über diesen Befund erstaunt gewesen ist. Vielleicht hat sie darüber auch weiter berichtet (P 3), doch bricht hier leider der Text ab.

Was an dem Befunde in der Sargkammer auffällig war, können wir auf Grund der weiteren Schritte wohl erraten: wenn in dem Grabe nur ein namenloser Sarg stand, so war es schwer, zu erweisen, ob es überhaupt dem Amenemopet gehörte; man hätte dann doch wenigstens die Särge seiner Eltern darin finden sollen. Hatte er nicht etwa eigenmächtig ein fremdes Grab als das seine ausgegeben? Und dies scheint dann die Frage zu sein, über die man von da an weiter verhandelt. Hierhin wird der Eid gehören, von dem Bruchstücke in P 5 vorliegen, und hierzu gehört gewiß noch die Verhandlung vom 30. Tage des Jahres 24, die in P 6 erhalten ist und die nach den Eingangsworten sicher den Amenemopet betrifft[1]. Er erklärt vor einer Untersuchungskommission, die »Wohnung des Amenmose« gehöre ihm selbst, und spricht weiter von dessen Grabe, aus dem ihm jemand (Pabek?) die Mumie seiner »Herrin« herausgeworfen habe. Dieser Missetäter habe allerdings sich durch einen Eid von dieser Anschuldigung befreit, während er seinerseits gegen Pabek geschworen habe.

Es liegt nahe, hiermit dann auch die beiden ersten Notizen von O zu verbinden. O 1 enthält die Angabe, daß im siebenten Jahre des Haremheb »meinem Vater«, dem Arbeiter Hai, bei einer Verteilung von Gräbern das Grab des »Amon« verliehen worden sei, mit der Bestimmung, daß an Stelle eines Sohnes das Kind seiner Tochter Hel ihm darin nachfolgen solle. Dies Kind der Hel kann nun freilich nicht unser Amenemopet selbst sein, denn zwischen Jahr 7 des Haremheb und Jahr 21 Ramses' III. liegen, wie man heute annimmt, fast anderthalb Jahrhunderte; aber da in dieser Stelle der Ausdruck »Vater« ohnehin nur den Vater der Mutter bezeichnet, so kann man auch ebensogut in der »Mutter« die Großmutter und in deren Vater den Urgroßvater der Amenemopet sehen. O 1 wäre alsdann eine Erklärung, die Amenemopet abgegeben hätte, um sein Recht an das Grab[2] zu beweisen. O 2 aber würde angeben, daß er mit dieser Erklärung zunächst Erfolg gehabt hätte; er legte sie im Jahre 21 der höchsten Instanz[3] vor und erhielt das Grab von ihr zugewiesen. Wirklich erledigt wäre freilich die Sache auch damit noch nicht gewesen,

[1] Was der daneben genannte Wennofre dabei zu tun gehabt hat, bleibt unklar.

[2] Das Grab heißt hier das »des Amon«, in P 6 das »des Amenmose«; vgl. hierüber unten S. 343.

[3] Was darunter zu verstehen, werden wir unten (S. 344) sehen.

denn in P 6, das um drei Jahre jünger ist, wird ja wieder darüber verhandelt.

So wie im vorstehenden geschehen, kann man die Sache rekonstruieren, ohne den Worten Zwang anzutun; ich betone aber noch einmal, daß es auch andere Möglichkeiten der Rekonstruktion geben würde.

Mag man nun aber diese kleinen Aktenstücke so oder so zusammenfügen, viel liegt nicht daran, denn auch einzeln genommen haben sie ihren Wert. Sie fügen ja neue Züge zu dem Bilde der thebanischen Nekropole, das sich gerade für die Zeit der zwanzigsten Dynastie sehr vollständig darstellen ließe. Wer die für unser Wörterbuch gemachten Kopien durchsieht, der sieht mit Staunen, wie viel in den älteren europäischen Sammlungen an Papyrus und Ostraka vorhanden ist, die sich auf diese Verhältnisse beziehen; insbesondere unter den Turiner Papyrus, die Hr. Gardiner für das Wörterbuch kopiert hat, sind zahlreiche publizierte und unpublizierte Schriftstücke, in denen dieselben Personen auftreten, die uns in der vorliegenden Untersuchung beschäftigt haben. So kommen unsere beiden Leute Amenemopet und Chanun in einer Liste der »rechten Seite« der Arbeiterschaft noch unter Ramses IV. nebeneinander vor als [hieroglyphs] und [hieroglyphs] (Pap. Turin 49, 10; 12). Hori, der Sohn des Huinofer, kommt in zwei unveröffentlichten Schriftstücken vor, und zwar leider als mutmaßlicher Dieb, und unserm Oberarbeiter Chons und unserm Schreiber Amennacht begegnet man öfters. Bei den Arbeiterunruhen des Jahres 29 sind sie beide noch im Amt (Pap. Turin 45, 7. 9; 47, 1. 2); Amennacht scheint im Jahre 7 Ramses' IV. gestorben zu sein, wo seine Habe unter seine Kinder geteilt wird (Pap. Turin 72, 2). Es muß ein Archiv der Nekropole gewesen sein, das an Turin, London, Florenz, Berlin diese Papyrus und Ostraka geliefert hat, die sich auf die thebanische Gräberstadt beziehen; die erste Ausraubung dieses Archivs dürfte in den zwanziger und dreißiger Jahren des neunzehnten Jahrhunderts erfolgt sein, daß es noch heute Nachzügler liefert, zeigt unser neuer Papyrus. Diese disjecta membra wieder zusammenzustellen, wäre eine lohnende Arbeit; wir würden damit ein Stück ägyptischen Kleinlebens in großer Ausführlichkeit kennen lernen. Wie merkwürdige Seiten es hat, hat ja längst das Tagebuch der Nekropole gezeigt, das uns den Streik der Arbeiter unter Ramses III. kennen lehrte.

Aber diese Arbeit muß der Zukunft überlassen bleiben; sie hat zur Vorbedingung, daß die von Hrn. Schiaparelli versprochene Gesamtpublikation der Turiner Papyrus erschienen ist. Hier seien nur noch

einige Fragen erörtert, die sich an unsere beiden Texte knüpfen und auf die wir oben nicht eingehen konnten.

Zunächst die Frage der Gräber. Unser Amenemopet ist ein einfacher , »ein Mann von der Truppe«, also ein gewöhnlicher Arbeiter. Und doch soll sein Grab eine »Säule« haben, also einen nicht kleinen Kultraum besitzen, und es muß so groß sein, daß man die Stelle seines Brunnens erst suchen muß. Es scheint mir wenig wahrscheinlich, daß ein solches Grab von Haus aus einer Arbeiterfamilie gehört, und ich möchte daher glauben, daß es ein altes leerstehendes Grab ist, das einmal einem andern, vornehmeren Besitzer gehört hat. Und wenn es in P 6 anscheinend als »die Wohnung des Amenmose« bezeichnet ist, so könnte dieser Amenmose wohl der ursprüngliche Inhaber sein.

Ebenso wird in O 1 dem Hai »das Grab des Amon« verliehen, und da es sich doch nicht um ein Grab des Gottes handeln kann, so muß man in dem Amon einen Personennamen sehen — vielleicht, wenn unsere obige Annahme (S. 341) richtig ist, denselben Amenmose wie in P 6, in der Behandlung der Personennamen sind ja diese Texte auch sonst leichtfertig[1]. Auch in einem Kairiner Papyrus (Pap. de Boulaq Nr. 10) wird unter dem vererbten Besitz einer Nekropolenarbeiterfamilie »die Pyramide des Schreibers Ramose« (Rs. 7; 11) aufgeführt. Und nun erklärt sich auch, was es in O 1 heißt, der Vermögensverwalter von Theben habe »die Stätten, die im Nekropolenvermögen () waren«, unter die Arbeiter verteilt; diese Stätten sind eben alte leerstehende Gräber, die der Staat als herrenloses Eigentum an sich genommen hat und nun zur Ausstattung seiner Beamten verwendet.

Auch mag es nicht Zufall sein, daß dies gerade unter König Haremheb geschehen ist; wir kennen ja diesen Herrscher auch sonst als Reorganisator der Verwaltung.

An denselben Herrscher knüpft sich dann für uns eine andere Frage. Das höchste Jahr, das völlig sicher für ihn bezeugt ist, ist meines Wissens das Jahr 8[2]; daneben findet man aber in der Literatur auch noch das Jahr 21 als belegt angegeben. Für eine so lange Regierung wäre die inschriftliche und bauliche Hinterlassenschaft des Königs auffallend

---

[1] Vgl. in P 6 für ; ebenda neben .

[2] In einem Graffito aus dem Grabe Thutmosis' IV. (Th. M. Davis, The Tomb of Thutmose IV p. XXXIII, übersetzt bei Breasted, Ancient Records III, 19).

gering, und in der Tat beruht dieses Jahr 21 nur auf unserm Ostrakon. Schon Maspero hat in seiner großen Histoire ancienne des peuples de l'orient classique (II 368, Anm. 3) gefragt, si la date de l'an XXI n'appartient pas au règne de l'un des successeurs de Harmhabî, Séti I[er] ou Ramsès II par exemple. Diese Vermutung stellt sich jetzt als richtig heraus, denn das Jahr 21 in O 2 bezieht sich nach dem, was wir oben dargelegt haben, wie alle andern Daten dieser Schriftstücke auf Ramses III.

In derselben Stelle O 2 ist aber noch ein König Amenophis genannt, dessen Erwähnung an dieser Stelle hätte auffallen sollen, denn einen Amenophis, der neben oder nach Haremheb regiert hätte, gibt es ja nicht. Und doch will der Arbeiter vor ihn getreten sein und sein Grab von ihm »schriftlich« zuerkannt erhalten haben. Dieses Rätsel löst sich nun in überraschender Weise, wenn man die Ostraka und Papyrus, die sich auf die Nekropole von Theben beziehen, durchsieht. Da treffen wir:

1. Ostrakon 5624 London (Inscr. in the Hier. Char. XIV) — unsere Stelle O 2:

»Ich trat vor und sagte ihm: ‚Verleih (?) mir ein Grab unter meinen Vätern.' Er gab mir das Grab des Hai durch einen Brief.«

2. Ostrakon 5625 London (Inscr. in the Hier. Char. XII), vom Jahre 4, und zwar (wie sich aus den Namen der Arbeiter ergibt) Ramses' IV.:

»Der Arbeiter Kenna, Sohn des Si-uto, zeigt an dem : ‚Komme mir zu Hilfe, du mein guter Herr!' Ein anderer Arbeiter habe seine Wohnung okkupiert und sage: ‚Der Gott hat zu mir gesagt, ich solle sie mit dir teilen.'

Weiterhin ‚sagt der Gott' dann: ‚Gib die Wohnung wieder an Kenna, ihren Herrn, die ihm durch einen Befehl des Pharao gehört, und niemand teile sie.'«

3. Pap. Boulaq Nr. 10, Verhandlung über eine Erbschaft, vielleicht aus derselben Familie wie das vorige Stück:

»... man gab ihm ihre Hälfte vor den Fürsten und (?) gab sie ihm in der (durch die?) Behörde.«

4. Ostrakon 25242 Kairo (mir nur aus Daressys Umschreibung im Catalogue général bekannt), vom Jahre 29, vermutlich Ramses' III.:

»Der Arbeiter .... zeigt an dem : ,komme [mir zu Hilfe], du mein Herr' — folgt eine unverständliche Klage; dann heißt es: ,der Gott stimmte bei mit den Worten' — folgt eine Entscheidung über ,ein Bett, im Wert von 12 Dbn, die Füße des Bettes im Wert von 6 Dbn' usw.«

5. Ostrakon 25275 Kairo (nach Daressys Lesung), aus Biban elmoluk:

»Im 6. Jahre, am 29. Tage des ersten Überschwemmungsmonats, an diesem Tage .«

6. Ostrakon 25276 Kairo (nach Daressys Lesung), aus Biban elmoluk:

»Im Jahre 6, am letzten Tage des ersten Überschwemmungsmonats, an diesem Tage: Fest des .«

7. Ostrakon 25234 Kairo (nach Daressys Lesung), aus dem Grabe Ramses' VI.:

»Im Jahre 7, am 28. Tage des ersten Wintermonats war man an dem großen Feste des . Die Arbeiter jauchzten vor ihm an vier ganzen Tagen des Trinkens zusammen mit ihren Kindern und ihren Frauen.«

8. Pap. Turin pl. 98, II, 5; Tagebuch der Nekropole aus Dyn. 20:

»Am 15. Tage des dritten Wintermonats, dienstfrei, ?.«

9. Pap. Turin, unveröffentlicht, Tagebuch der Nekropole aus Ende Dyn. 20:

»Am 11. Tage des dritten Sommermonats, dienstfrei, ...«

10. Ostrakon 5637 London (Inscr. in the Hier. Char. XV):

»Am 13. Tage des dritten Sommermonats .«

11. Pap. Turin, unveröffentlichtes Journal der Nekropole unter Ramses IX.:

»Der Garten [des Königs] ...«

12. Pap. Turin, unveröffentlicht (Rückseite der Liebeslieder), Geständnisse von Dieben unter Ramses IV.:

»... «

Schon Hr. Daressy hat im Index des Ostrakabandes des Catalogue général die betreffenden Kairiner Ostraka unter Amenophis I. aufgenommen, und auch Hr. Gardiner ist nach mündlicher Mitteilung auf Grund der Kairiner Stücke zur gleichen Ansicht gekommen. Und das ist zweifellos richtig, denn wer das hier zusammengestellte Material überblickt, der sieht, daß der »König Amenophis« dieser Nekropolenleute der Dynastie 20 nirgends ein lebender Herrscher ist[1], sondern eine Gottheit, der alte König Amenophis I., der ebenso wie seine Mutter zum Schutzpatron der Nekropole geworden war[2].

Was sich über ihn ergibt, ist also:

Er heißt entweder nur »Amenophis« ohne jeden Titel (1. 5) oder (2. 3. 4. 6. 7. 8. 9. 10. 12); zweimal hat er das Beiwort »der Herr der Stadt« (2. 7), einmal das allgemeinere »der große Gott« (11). — Wenn er vorher genannt ist, heißt er weiterhin einfach »der Gott« (2. 4).

Er hat allerlei Festtage, die den Arbeitern willkommene Muße bieten: ein viertägiges »großes Fest« am Ende des ersten Wintermonats (7), eines am 11. und 13. des dritten Sommermonats (9. 10), eines am 29. und 30. des ersten Überschwemmungsmonats (5. 6). (Vgl. auch 8.)

Er entscheidet bei Streitigkeiten der Arbeiter, über ein Grab (1), ein Haus (2), eine Erbschaft (3) oder Möbel (4). Der Klagende »tritt vor ihn« (1) oder »zeigt ihm an« (2. 4); die Entscheidung erfolgt durch »sagen« (2), durch »einen Brief« oder durch (4).

Dieser letztere Ausdruck *hn* gibt dann den Schlüssel zum Verständnis des Ganzen, denn er ist bekanntlich der technische Ausdruck für das

[1] Bisher hatten wir diese Londoner Ostraka und den Papyrus Boulaq 10 wegen des darin genannten »Königs Amenophis« in Dyn. 18 gesetzt und sie als älteste Beispiele vulgärer Sprache angesehen. Das fällt nun hin. Sie gehören einfach in Dyn. 20, wohin wir sie auch gewiß gesetzt hätten, hätte uns nicht der Königsname irregeführt.

[2] Vgl. über ihn meine »Ägyptische Religion«[2] S. 92. Charakteristisch ist auch, wie oft sein Bild auf den Steinsplittern aus der thebanischen Nekropole aufgezeichnet ist; vgl. die Nrn. 25005. 25011. 25111. 25189bis in Daressys Katalog der Ostraka. Sein Name steht außerdem auf 25029. 25032. 25200.

Orakelgeben der Götter; König Amenophis I. richtet die Nekropolenleute durch sein Orakel. Und das ist für die Religionsgeschichte ein wesentliches Ergebnis.

Ich habe in meiner »Ägyptischen Religion«[2] 186 f. zusammengestellt, was mir über die Anfänge des Orakelwesens bekannt ist; das älteste dort aufgeführte Beispiel einer Entscheidung in Rechtssachen (Pap. Turin 126) stellt sich jetzt auch als ein Orakel unseres Amenophis heraus, denn wenn ein »Schreiber der Nekropole die Briefe vor diesen großen Gott legt, damit er sie richte mit schönem Gericht«, so ist der Gott natürlich der der Nekropole.

Das älteste geordnete Orakelwesen, das wir kennen, ist somit das der thebanischen Totenstadt, das schon im Anfange der 20. Dynastie für das dort lebende Volk eine Macht ist, die freilich, wenn ich die Andeutung im Pap. Boulaq Nr. 10 (oben 3; der Gott verleiht die Erbschaft [illegible]) recht verstehe, nicht ohne Beziehung zu den Vorgesetzten der Arbeiter ist. Erst unter dem Priestergeschlecht der 21. Dynastie beginnt dann auch der große Amon Re in Theben dieses Geschäft zu betreiben, wenigstens für Personen höheren Standes; ob er sich auch wie der Amenophis der kleinen Leute angenommen hat, läßt sich aus unserm Material nicht ersehen. Später hat dann das Orakelwesen in Ägypten bekanntlich einen großen Aufschwung genommen.

Ausgegeben am 14. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1910.
XX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

14. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Liebisch las über die Rückbildung des krystallisirten Zustandes aus dem amorphen Zustande beim Erhitzen pyrognomischer Mineralien.

Die thermometrische Untersuchung der Licht- und Wärmeentwicklung beim Erhitzen pyrognomischer Mineralien ergab in Verbindung mit der optischen Prüfung dieser Stoffe vor und nach dem Glühen, dass der Energieverlust mit der Rückbildung des krystallisirten Zustandes aus dem amorphen Zustande verknüpft ist.

2. Das correspondirende Mitglied Hr. Ludwig in Bonn sendet eine Mittheilung ein: *Notomyota*, eine neue Ordnung der Seesterne. (Ersch. später.)

3. Die Akademie genehmigte die Aufnahme einer von Hrn. Waldeyer in der Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe vom 17. März vorgelegten Abhandlung des Hrn. Edward Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon in den Anhang zu den Abhandlungen 1910.

4. Vorgelegt wurden von Hrn. Conze der Band III, 2 der Altertümer von Pergamon, enthaltend die Altarskulpturen, von Hrn. Winnefeld, von Hrn. Brunner die 4. Aufl. seiner Grundzüge der deutschen Rechtsgeschichte. Leipzig 1910.

Die Akademie hat das correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Alexander Agassiz in Cambridge, Mass. Ende März durch den Tod verloren.

Über die Rückbildung des kristallisierten Zustandes aus dem amorphen Zustande beim Erhitzen pyrognomischer Mineralien.

Von Th. Liebisch.

I.

Das für pyrognomische Mineralien charakteristische Verglimmen beim Erhitzen ist von H. Rose[1] schon in den Jahren 1843, 1847 und 1858 thermometrisch untersucht worden. An dem klassischen Vertreter dieser Mineralgruppe, dem Gadolinit von Ytterby, ermittelte er mit einem Luftthermometer, daß die Lichterscheinung »durch eine plötzliche Entwickelung von Wärme bedingt wird und daher ein wirkliches Erglühen ist«; die Temperatur, bei der die Lichtemission erfolgte, lag zwischen den Schmelztemperaturen des Zinks und des Silbers[2]. Dagegen gelang es H. Rose nicht, am Samarskit von Miask Aufschluß über die Ursache der hier erheblich schwächeren Lichterscheinung zu gewinnen, denn ein Freiwerden von Wärme war mit jenem Thermometer nicht nachzuweisen.

Mit den jetzt zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln der elektrischen Öfen und der thermoelektrischen Temperaturmessung ist es leicht, den Verlauf der Temperaturerhöhung beim Erhitzen relativ geringer Mengen fester Körper genauer zu verfolgen. Auf solche Weise läßt sich feststellen, daß es sich beim Erglühen pyrognomischer Mineralien stets um eine Temperaturstrahlung handelt.

Porzellantiegel wurden mit etwa 20 g der gepulverten Mineralien beschickt und freistehend in einem elektrischen Ofen unter Einhaltung annähernd konstanter Bedingungen erhitzt. Zur Bestimmung der Tem-

---

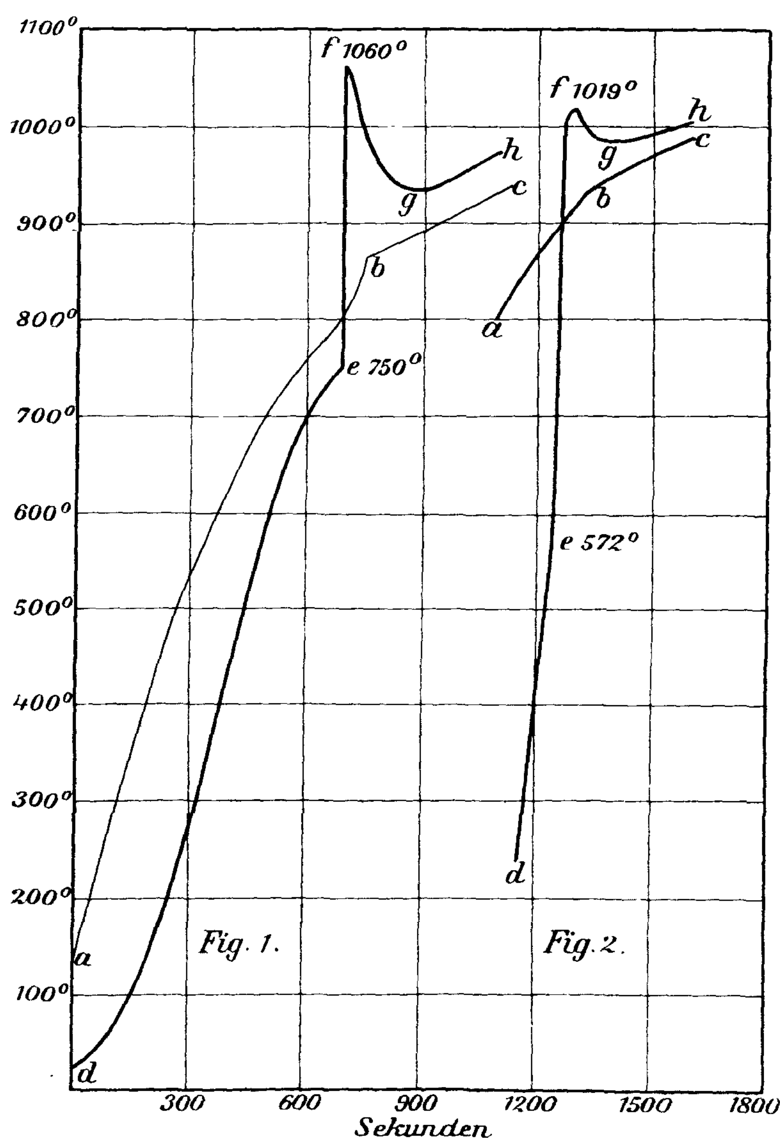
[1] H. Rose, Pogg. Ann. d. Phys. 59, 479; 1843 (Gadolinit). 72, 469; 1847 (Samarskit). 103, 311; 1858 (Gadolinit und Samarskit).

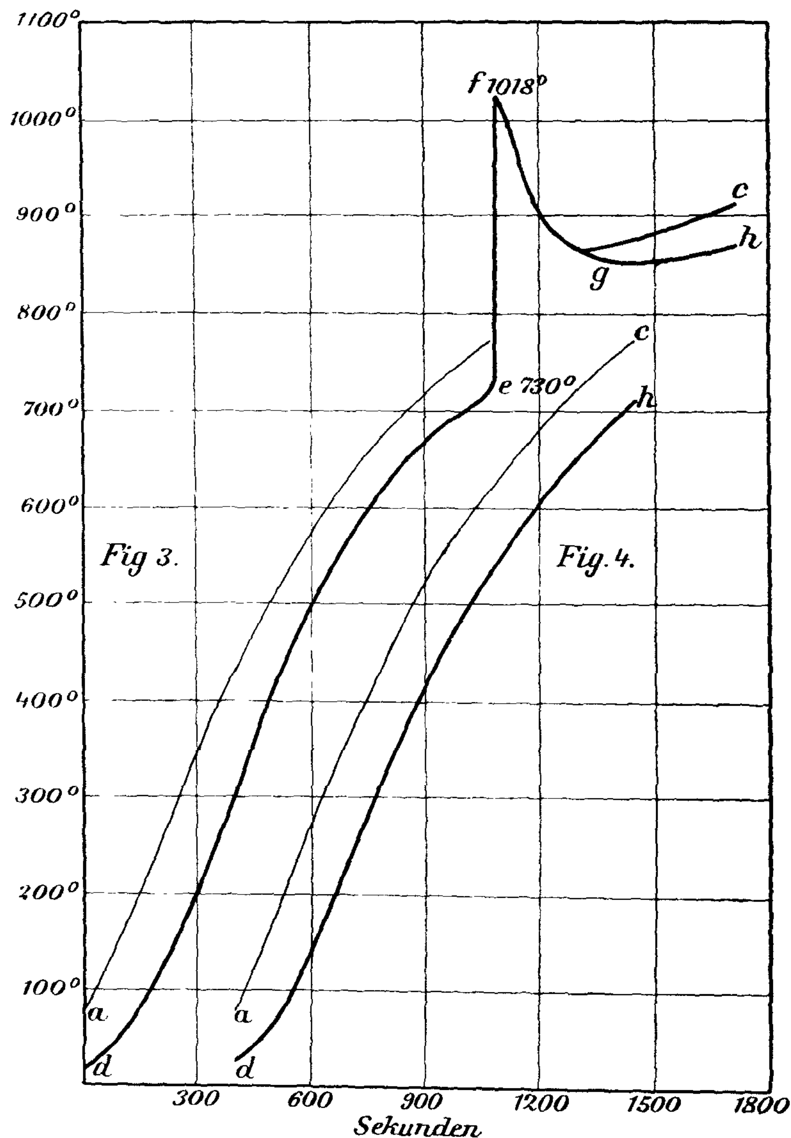
[2] Nach F. Holborn und A. L. Day, Ann. d. Phys. (4) 2, 505; 1900 liegt die Schmelztemperatur des Zinks bei 419°, die des Silbers unter Ausschluß der Luft bei 961.5°.

peratur ϑ_λ des Ofenraumes in der Nähe der Tiegel und der Temperatur ϑ_τ im Innern der Tiegel dienten zwei Platin-Platinrhodium-Thermoelemente, die durch Vermittelung eines Umschalters an ein mit Volt- und Temperaturskala versehenes Millivoltmeter gelegt waren. Die Werte von ϑ_τ wurden von 10 zu 10 Sekunden abgelesen. Zur Bestimmung von ϑ_λ genügte eine kleinere Anzahl von Ablesungen. Die Geschwindigkeit der Erhitzung betrug in der Regel etwa 30° pro Minute.

Gadolinit von Ytterby (Fig. 1—4).

Unter den thermometrisch geprüften pyrognomischen Mineralien ist der Gadolinit von Ytterby dadurch ausgezeichnet, daß durch die





Wärmeentwickelung beim Erglühen die Temperatur ϑ_τ des Minerals über die Ofentemperatur ϑ_λ erhöht wird.

1. Unmittelbar vor dem Verglimmen stieg die Temperatur im Tiegel ϑ_τ nach je 10 Sekunden um 4°. Durch die Wärmeentwicklung beim Verglimmen wurde in demselben Zeitintervall ϑ_τ von $e = 750°$ bis $f = 1080°$, also um 310° erhöht. Dabei betrug die Ofentemperatur ϑ_λ nur 810°. Die Abhängigkeit der Temperaturen ϑ_λ und ϑ_τ von der Dauer der Erhitzung ist in Fig. 1 graphisch dargestellt; die zugehörige Tabelle enthält eine Auswahl der Ablesungen.

2. Als ein Tiegel in den schon auf etwa 800° erhitzten Ofen gebracht wurde, begann das Verglimmen in den am Rande des Tiegels

liegenden Körnern. Nachdem es bis zum Thermoelement fortgeschritten war, wurde in einem Zeitraume von 30 Sekunden ein Temperaturanstieg von $e = 572°$ bis $f = 1019°$, also um etwa 450° angezeigt. Die gleichzeitige Erhöhung der Temperatur des Ofens betrug nur 32° (Fig. 2).

3. Nacheinander wurden aufgenommen die Erhitzungskurve Fig. 3, die zugehörige Abkühlungskurve und die der erneuten Erhitzung desselben Materials entsprechende Kurve Fig. 4, wobei, wie die graphische Darstellung zeigt, die Erhitzungsgeschwindigkeit annähernd die gleiche war wie zuvor. Weder bei der Abkühlung noch bei der Wiedererhitzung traten mit Wärmetönungen verbundene Zustandsänderungen ein. — In Fig. 3 ist bemerkenswert, daß der Abfall fgh der Kurve für ϑ_τ unter die Kurve ac für ϑ_λ herabreicht.

4. Das Schmelzintervall der Mischkristalle des Gadolinits liegt bei etwa 1400°. In der rasch abgekühlten Schmelze erblickt man unter dem Mikroskop Aggregate doppeltbrechender Nadeln.

Tabelle zu Fig. 1.

Dauer der Erhitzung in Sekunden	Temperatur			
	im Ofen ϑ_λ		im Tiegel ϑ_τ	
0	131°	*a*	28°	*d*
100	278		62	
200	410		150	
300	534		278	
400	628		445	
500	702		586	
600	762		696	
650	788		733	
660	794		738	
670	798		742	
680	803		746	
690	807		750	*e*
700	811		1060	*f*
710			1048	
720			1028	
730			1014	
740			1000	
750			988	
800			952	
850			936	
880			934	*g*
900	890		934	
1000	911		950	
1100	930		972	
1200	952	*c*	996	*h*

Tabelle zu Fig. 2.

Dauer der Erhitzung in Sekunden	Temperatur im Ofen ϑ_λ		Temperatur im Tiegel ϑ_τ	
0	786°	*a*	238°	*d*
50	866		479	
60	876		526	
70	886		572	*e*
80	897		1013	
90	907		1016	
100	918		1019	*f*
110	926		1012	
120	934		1009	
130	940		998	
140	946		994	
150	949		990	
160	953		988	*g*
170	958		990	
200	973		994	
250	986		1003	*h*

Tabelle zu Fig. 3.

Dauer der Erhitzung in Sekunden	Temperatur im Ofen ϑ_λ		Temperatur im Tiegel ϑ_τ	
0	80°	*a*	26°	*d*
100	160		55	
200	250		117	
400	432		298	
600	574		495	
800	680		622	
1000	752		701	
1060	771		718	
1080	779		727	*e*
1090			1010	
1100			1018	*f*
1110			1008	
1120			997	
1140			970	
1200			910	
1330	866		860	
1450	878		854	*g*
1600	896	*c*	861	*h*

Samarskit von Miask (Fig. 5).

Beim Erhitzen ist nur ein schwaches Verglimmen wahrzunehmen. Gleichwohl tritt in der Erhitzungskurve die dabei stattfindende Wärmeentwicklung in dem Anstiege von $e = 452°$ bis $f = 622°$ in etwa

100 Sekunden deutlich hervor. Ihr Betrag ist indessen so gering, daß sie in der Versuchsanordnung von H. ROSE übersehen werden konnte. Ofentemperatur 698°—742°.

Tabelle zu Fig. 5.

Dauer der Erhitzung in Sekunden	Temperatur im Ofen ϑ_λ		Temperatur im Tiegel ϑ_τ	
0	250°	*a*	44°	*d*
500	648		360	
600	698		451	*e*
620	706		464	
640	714		488	
660	724		509	
680	734		550	
700	742		622	*f*
710	746		626	
720	750		629	
730	756		632	
740	760		634	
750	763		636	
800	783		658	
900	816	*c*	702	*h*

Aeschynit von Miask (Fig. 6).

Einige Stücke verglimmten lebhaft. Aber auch hier war die Wärmeentwicklung sehr gering; sie bewirkte in etwa 180 Sekunden einen Temperaturanstieg von $e = 727°$ bis $f = 828°$, auf den ein geringer Abfall fg folgte. Ofentemperatur 844°—890°.

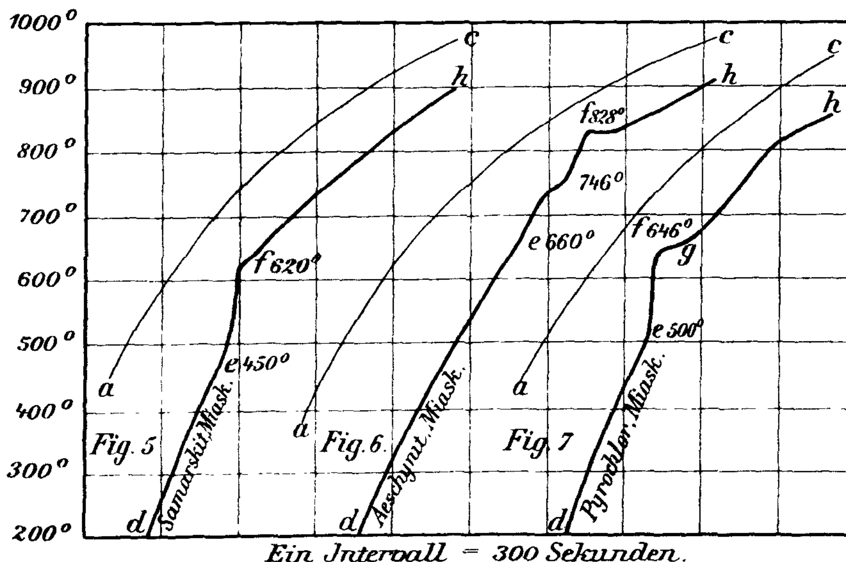


Tabelle zu Fig. 6.

Dauer der Erhitzung in Sekunden	Temperatur im Ofen ϑ_λ		Temperatur im Tiegel ϑ_τ	
0	178°	*a*	17°	*d*
800	738		508	
900	774		573	
1000	805		636	
1100	834		706	
1120	839		718	
1140	844		727	*e*
1160	848		736	
1180	854		742	
1300	885		825	
1310	888		827	
1320	890		828	*f*
1340	894		827	
1350	896		826	*g*
1380	902		826	
1400	904		828	
1600	942		865	
1800	974	*c*	905	*h*

Pyrochlor von Miask (Fig. 7).

An den schwach erglühenden Kristallen war eine Wärmeentwickelung deutlich nachweisbar; sie bewirkte in etwa 70 Sekunden eine Temperaturerhöhung von $e = 500°$ bis $f = 646°$. Ofentemperatur 717° bis 751°.

Tabelle zu Fig. 7.

Dauer der Erhitzung in Sekunden	Temperatur im Ofen ϑ_λ		Temperatur im Tiegel ϑ_τ	
0	254°	*a*	22°	*d*
600	678		432	
650	704		473	
670	712		489	
680	717		500	*e*
690	722		518	
700	726		540	
710	732		580	
720	738		620	
730	743		638	
740	747		644	
750	751		646	*f*
770	758		644	*g*
790	764		645	
800	770		646	
850	786		658	
900	804	*c*	674	*h*

Euxenit von Arendal (Fig. 8).

Schwachverglimmende Bruchstücke ergaben in etwa 70 Sekunden die Werte $e = 430°$ und $f = 586°$. Ofentemperatur 680°—714°.

Tabelle zu Fig. 8.

Dauer der Erhitzung in Sekunden	Temperatur			
	im Ofen ϑ_λ		im Tiegel ϑ_τ	
0	134°	*a*	19°	*d*
650	666		405	
680	680		430	*e*
700	692		466	
720	700		504	
740	708		579	
750	714		586	*f*
760	718		585	
780	726		582	*g*
790	730		584	
800	736		586	
850	756		601	
1600	956	*c*	880	*h*

Tritomit aus Syenit am Langesundfjord (Fig. 9).

Verglimmt relativ lebhaft. In etwa 80 Sekunden stieg die Temperatur von $e = 610°$ auf $f = 712°$. Ofentemperatur 753°—783°.

Tabelle zu Fig. 9.

Dauer der Erhitzung in Sekunden	Temperatur			
	im Ofen ϑ_λ		im Tiegel ϑ_τ	
0	338°	*a*	52°	*d*
600	710		522	
700	748		592	
720	753		610	*e*
760	769		676	
780	776		703	
800	783		712	*f*
820	791		711	
830	795		710	
850	800		709	*g*
900	816		716	
1500	942	*c*	874	*h*

Orthit von Ytterby (Fig. 10).

Eine Lichterscheinung war nicht zu bemerken. In Übereinstimmung hiermit zeigt die Erhitzungskurve nur ein sehr allmähliches Ansteigen von e = etwa 600° bis zur Ofentemperatur.

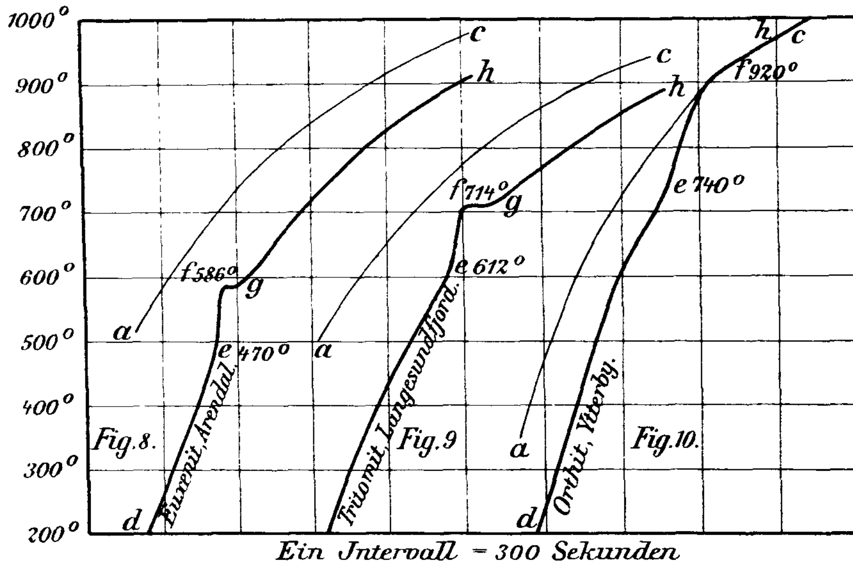


Tabelle zu Fig. 10.

Dauer der Erhitzung in Sekunden	Temperatur im Ofen ϑ_λ		Temperatur im Tiegel ϑ_τ	
0	202°	a	98°	d
500	722		600	e
550	751		642	
600	777		671	
700	826		750	
800	878		857	
900	912		912	
1000	939	c	939	h

II.

Ein Teil der pyrognomischen Mineralien gestattet in dünnen Schliffen eine optische Untersuchung der durch das Glühen hervorgerufenen Zustandsänderung. Aus den Beobachtungen von A. des Cloizeaux[1],

[1] A. des Cloizeaux et A. Damour, Ann. chim. phys. (3) 59, 357; 1860. A. des Cloizeaux, Manuel de minér. 1, 39, 255; 1862. 2, XI, 247; 1874—93.

W. C. Brögger[1], W. Petersson[2] und G. T. Prior[3] ergibt sich, daß in diesen Körpern außer Vorgängen der Verwitterung eine allmähliche Umwandlung des ursprünglich kristallisierten Zustandes in den amorphen Zustand unter Erhaltung der idiomorphen Kristallbegrenzung stattgefunden hat.

Am besten bekannt ist in dieser Hinsicht der Gadolinit. W. Petersson fand, daß zwischen dem amorphen Gadolinit von Ytterby und dem zwar schon veränderten, aber noch anisotropen Gadolinit von Hitteroe Verschiedenheiten in der chemischen Zusammensetzung nicht vorhanden sind. Durch Glühen wurde der sehr lebhaft verglimmende amorphe Gadolinit in den kristallisierten Zustand derart zurückgeführt, daß sein optisches Verhalten wieder der ursprünglichen Kristallform entsprach. Diese Umwandlung trat erst beim Verglimmen ein, denn als ein Stück nur so lange erhitzt wurde, bis eine Hälfte verglimmt war, zeigte sich im Dünnschliffe nur diese Hälfte doppeltbrechend, der Rest blieb isotrop. Die Grenze zwischen den beiden Gebieten war scharf. In dem nicht verglimmenden anisotropen Gadolinit wurde durch Glühen nur die Stärke der Doppelbrechung erhöht.

Mit diesem Befunde stehen die Beobachtungen über die Verschiedenheiten in dem thermischen Verhalten der beiden Arten des Gadolinits im Einklang. Denn eine bis 980° verfolgte Erhitzungskurve des doppeltbrechenden Gadolinits von Hitteroe ergab abweichend von Fig. 1 bis 3, daß die Kurve für die Tiegeltemperatur ϑ_τ ebenso gleichförmig anstieg wie die Kurve für die Ofentemperatur ϑ_λ. Dieser Gadolinit verhält sich also beim Erhitzen wie der geglühte und dadurch wieder in den anisotropen Zustand übergeführte Gadolinit von Ytterby (vgl. Fig. 4).

Bisher ist nur an den pyrognomischen Mineralien eine nicht durch einen Schmelzvorgang bewirkte Umwandlung des kristallisierten Zustandes in den amorphen Zustand und die damit verbundene Erhöhung des Energiegehaltes festgestellt worden[4]. Der Energieverlust bei der durch Glühen erzeugten Rückbildung des kristallisierten Zustandes entspricht der Energieabgabe bei der Entglasung unterkühlter und amorph erstarrter Schmelzen[5].

---

[1] W. C. Brögger, Zeitschr. f. Krist. **16**, Allg. Teil 175, Spez. Teil 110, 174, 495; 1890. **25**, 427; 1893. Vidensk.-Selsk. Skrifter. Math.-naturw. Kl. Kristiania 1906. Nr. 6, 33, 102, 116, 144, 156.

[2] W. Petersson, Geol. Fören. Förhandl. Stockholm. **12**, 275; 1890.

[3] G. T. Prior, Mineral. Mag. **10**, 234; 1894.

[4] Auf experimentellem Wege ist eine derartige Umwandlung noch nicht gelungen.

[5] Vgl. die thermometrischen Beobachtungen über Entglasung von W. Guertler, Zeitschr. f. anorg. Chem. **40**, 268; 1904 und A. L. Day and E. T. Allen, Carnegie Institution of Washington. Publ. Nr. **31**, 1905. Zeitschr. f. phys. Chem. **54**, 1; 1906.

III.

Auf die Volumenänderungen bei der Zustandsänderung des Gadolinits und des Orthits hat Th. Scheerer[1] schon in den Jahren 1840—1844 hingewiesen. H. Rose[2] stellte 1841—1858 eingehendere Untersuchungen darüber am Gadolinit, Orthit und Samarskit an.

Zunächst ergab sich, daß nicht nur verschiedene Stücke dieser Mineralien von demselben Fundorte, sondern sogar verschiedene Bruch-

Zunahme der Dichte durch Glühen.

Mineral	Dichte		Beobachter
	vor dem Glühen	nach dem Glühen	
Gadolinit, Hitterö	4.35	4.63	Scheerer 1840
» »	4.51	4.73	Petersson 1890
» »	4.47	4.62	
» »	4.36	4.61	
Gadolinit, Ytterby	4.097—4.226	4.287—4.456	H. Rose 1858
» »	4.108	4.319	
» »	4.196	4.284	
» »	4.206	4.299	
» »	4.190	4.316	
» »	4.157	4.299	
» »	4.29	4.52	Petersson 1890
Gadolinit, Fundort?	4.289	4.371	Ramsay u. Travers 1898
Orthit, Fille-Fjeld	3.65	3.94	Scheerer 1840
Orthit, Jotun-Fjeld	3.54	3.76	
Orthit, Hitterö	3.50	3.60	Scheerer 1842
» »	3.450—3.456	3.505	H. Rose 1843
» »	3.496	3.597	Scheerer 1844
» »	3.485	3.617	
» »	3.470	3.523	
» »	3.452	3.580	
» »	3.432	3.507	
Aeschynit, Fundort?	4.685	4.793	Ramsay u. Travers 1898

Abnahme der Dichte durch Glühen.

Mineral	Dichte		Beobachter
	vor dem Glühen	nach dem Glühen	
Samarskit, Miask	5.617	5.489—5.485	H. Rose 1841
» »	5.715	5.3735	H. Rose 1847
Fergusonit, Fundort?	5.619	5.375	Ramsay u. Travers 1898

[1] Th. Scheerer, Pogg. Ann. d. Phys. **51**, 493; 1840. **56**, 485; 1842. **61**, 636; 1844.

[2] H. Rose, Pogg. Ann. d. Phys. **52**, 591; 1841. **59**, 102, 481; 1843. **72**, 469; 1847. **103**, 314; 1858.

stücke eines größeren Stückes Abweichungen in den Werten des spezifischen Gewichts darboten. Nach den mikroskopischen Beobachtungen von W. PETERSSON am Gadolinit ist es nicht zweifelhaft, daß die Ursache in Einschlüssen von Fremdkörpern und in verschiedenen Graden der Verwitterung zu suchen ist[1].

Ferner wurde festgestellt, daß durch Glühen im Gadolinit und Orthit eine Zunahme, im Samarskit dagegen eine Abnahme der Dichte eintritt. Die vorstehende Tabelle gibt eine Übersicht der numerischen Werte unter Hinzufügung der späteren Dichtebestimmungen von W. PETERSSON[2] am Gadolinit und von W. RAMSAY und M.W. TRAVERS[3] am Gadolinit, Aeschynit und Fergusonit.

Ähnliche Verschiedenheiten im Vorzeichen der Differenzen, die aus den Werten der Dichte für den amorphen und den kristallisierten Zustand gebildet sind, wurden beobachtet an Stoffen, die durch Unterkühlung ihrer Schmelzen Gläser liefern. Während die überwiegende Mehrzahl dieser Körper im amorphen Zustande eine geringere Dichte besitzt als im kristallisierten, ist das umgekehrte Verhalten z. B. in folgenden Fällen nachgewiesen worden:

Verbindung	Dichte			Beobachter
	amorph	kristallisiert		
As_2O_3	3.681—3.716	3.646	12.5°	CL. WINKLER[4]
$Sr(BO_2)_2$	3.254 ± 0.002	3.141 ± 0.005	20°	E. BAUER[5]
$Ca(BO_2)_2$	2.771 ± 0.001	2.696 ± 0.002	20°	E. BAUER[5]
$Na_2B_4O_7$	2.37	2.28		DAY und ALLEN[6]

IV.

Nachdem W. RAMSAY 1895 entdeckt hatte, daß gewisse Mineralien beim Erhitzen neben anderen Gasen auch Helium abgeben, fanden W. RAMSAY und M. W. TRAVERS[7] 1898, daß im Fergusonit[8] die Entwicklung dieses Gases unter Erglühen stattfindet. Da hier die Wärme-

---

[1] Bedeutende Verschiedenheiten in den Werten des spezifischen Gewichts sind am Fergusonit aus Llano County in Texas von W. E. HIDDEN and J. B. MACKINTOSH, Amer. Journal of Sc. (3) **38**, 474; 1889, und am Fergusonit von Rakwana auf Ceylon von G. T. PRIOR a. a. O. beobachtet worden.

[2] W. PETERSSON, a. a. O.

[3] W. RAMSAY und M. W. TRAVERS, Proc. Roy. Soc. London. **62**; 1898. Zeitschr. f. phys. Chem. **25**, 568; 1898.

[4] CL. WINKLER, Journ. f. prakt. Chem. (2) **31**, 247; 1885.

[5] E. BAUER in G. TAMMANN, Kristallisieren und Schmelzen. Leipzig 1903, 50.

[6] A. L. DAY and E. F. ALLEN, a. a. O. 30.

[7] W. RAMSAY and M. W. TRAVERS, a. a. O.

[8] Angabe des Fundorts fehlt.

entwicklung mit einer Verminderung der Dichte verbunden ist, vermuteten sie, daß die Verluste an Energie und an Helium miteinander verknüpft seien. Poren waren in dem dichten Mineral nicht wahrzunehmen. Sie glaubten daher schließen zu müssen, daß das Helium in einer chemischen Verbindung vorhanden sei. Wenn dies richtig ist, muß die Verbindung eine endotherme sein. Da indessen jener Fergusonit nicht vor und nach dem Glühen optisch geprüft und die Beobachtung von G. T. Prior[1], daß Fergusonit von Rakwana beim Erglühen aus dem amorphen Zustand in den kristallisierten übergeht, nicht berücksichtigt wurde, blieb die Möglichkeit einer Zustandsänderung des Fergusonit beim Erglühen außer Betracht.

Spätere Untersuchungen haben gezeigt, daß das in radioaktiven Mineralien aufgespeicherte Helium während des Erhitzens schon bei Temperaturen zu entweichen beginnt, die weit unter den Temperaturen des Erglühens liegen. Auch durch mechanische Zerkleinerung kann die Entwicklung von Helium herbeigeführt werden. Nach J. A. Gray[2] beginnt sie im Thorianit von Ceylon bei einer Teilchengröße von etwa 0.01 mm und ist um so stärker, je weiter die Zerkleinerung getrieben wird. Bei einer Teilchengröße von etwa 0.003 bis 0.001 mm sind 28 Prozent Helium frei geworden. Aus einem Versuch von R. J. Strutt[3] folgt, daß das Entweichen des Heliums nicht durch die beim Pulvern erzeugte Wärme verursacht wird.

Da Ramsay und Travers fanden, daß Gadolinit und Aeschynit[4], von denen nur der letztere Helium, und zwar in sehr geringer Menge, enthielt, beim Erglühen ihre Dichte vergrößern, nahmen sie im Widerspruch mit bekannten Tatsachen an, daß diese Mineralien in eine andere Klasse gehören als der Fergusonit. Im allgemeinen entspricht die Heliummenge in einem dichten Mineral den Mengen der darin vorhandenen radioaktiven Elemente[5]. Demgemäß sind in dem typischen Vertreter der pyrognomischen Mineralien, dem Gadolinit, radioaktive Erscheinungen nur in äußerst geringem Grade beobachtet worden[6]. K. A. Hofmann und F. Zerban[7] fanden, daß Gadolinit von Saetersdalen

[1] G. T. Prior, a. a. O.

[2] J. A. Gray, Proc. Roy. Soc. London. (A) **82**, 301; 1909.

[3] R. J. Strutt, Proc. Roy. Soc. London. (A) **82**, 166; 1909.

[4] Angaben der Fundorte fehlen.

[5] R. J. Strutt, Proc. Roy. Soc. London (A) **80**, 572; 1908.

[6] Die Angaben von R. J. Strutt, Proc. Roy. Soc. London (A) **76**, 81; 1905, über den Gehalt des Gadolinits von Ytterby an Uranium, Thorium und Helium kommen nicht in Betracht, da es zweifelhaft ist, ob das untersuchte Mineral wirklich Gadolinit war. Vgl. die Analysen von C. W. Blomstrand und G. Wallin, Lunds Universitets Årskrift 1888, **24**, und von W. Petersson, a. a. O.

[7] K. A. Hofmann und F. Zerban, Ber. deutsch. chem. Ges. **36**, 3093; 1903.

beim Verglimmen nur Wasserdampf entwickelte, und daß weder das Mineral noch seine Bestandteile, insbesondere die aus ihm in geringen Mengen abgeschiedene Thorerde, auf eine photographische Platte oder ein Elektroskop in wahrnehmbarer Weise einwirkten. Nach den Messungen von V. MORITZ GOLDSCHMIDT[1] ist die Radioaktivität der Gadolinite von Hitterö und Vaadne in Saetersdalen äußerst klein.

Als Ergebnis kann also der Satz ausgesprochen werden: Der Energieverlust beim Erglühen pyrognomischer Mineralien ist nicht verknüpft mit der Abgabe von Helium, sondern mit der Rückbildung des kristallisierten Zustandes aus dem amorphen.

V.

Thermolumineszenz des Flußspates.

Als Zersetzung einer Heliumverbindung unter Licht- und Wärmeentwicklung ist von J. THOMSEN[2] 1898 die ungewöhnlich starke Thermolumineszenz des rotbraunen Flußspates gedeutet worden, der auf der Kryolithlagerstätte von Ivigtut in Südgrönland vorkommt. Dieses Mineral enthält neben Fluorcalcium auch Fluorverbindungen der Cerium- und Yttriumgruppe (Yttrocerit). Qualitative Versuche, zu denen 1904 quantitative Bestimmungen traten, ergaben, daß durch Glühen Gase entbunden werden, unter denen spektralanalytisch Helium festgestellt wurde. Dagegen konnte in dem zum Vergleich herangezogenen grünen Flußspat aus England, der beim Erhitzen ebenfalls eine starke Lichterscheinung zeigt, eine Entwicklung von Helium nicht nachgewiesen werden.

Vor kurzem hat J. STRUTT[3] den grönländischen Flußspat auf Radium geprüft, aber nur unbedeutende Mengen gefunden. Dagegen lieferte eine Lösung des Minerals reichliche Mengen von Thoriumemanation. STRUTT ist daher der Meinung, daß in diesem Falle der Heliumgehalt in Beziehung stehe zu einem Gehalt an Thorium.

Die Lichtemission des Flußspates ist wesentlich verschieden von dem Verglimmen pyrognomischer Mineralien. Schon eine mäßige Erwärmung von Bruchstücken eines Flußspatkristalles bewirkt, daß jedes Stück in seiner ganzen Ausdehnung leuchtet. Ein Fortschreiten des Leuchtens, wie es beim Verglimmen beobachtet wird, ist nicht wahr-

---

[1] V. MORITZ GOLDSCHMIDT, Zeitschr. f. Krist. **45**. 494; 1908.

[2] J. THOMSEN, Zeitschr. f. phys. Chem. **25**, 112; 1898. Bull. de l'acad. roy. des sc. et des lettres de Danemark. 1904, 53. — Vgl. B. BOEGGILD, Mineralogia groenlandica. Meddelelser om Groenland. Kjoebenhavn. **32**, 104; 1905.

[3] J. STRUTT, Proc. Roy. Soc. (A) **80**, 56; 1908.

zunehmen. Nachdem die Lichterscheinung erloschen ist, kann sie durch stärkere Erhitzung wieder hervorgerufen werden. Zuweilen hört sie erst nach mehreren Erhitzungen vollständig auf.

Eine an dem grönländischen Flußspat bis zu 900° verfolgte Erhitzungskurve ergab an keiner Stelle eine meßbare Wärmeentwicklung. Dieses Verhalten ist nicht überraschend, da eine Umwandlung aus dem amorphen in den kristallisierten Zustand hier nicht stattfindet.

Hrn. Dr. R. Nacken bin ich für seine Mitwirkung an den Beobachtungen zu Dank verbunden.

Über Silberantimonide.

Von Th. Liebisch.

(Vorgetragen in der phys.-math. Classe am 18. März 1909 [s. Jahrg. 1909 S. 477].)

I.

C. J. Selb unterschied auf dem Wenzelgange im Frohnbachtale bei Wolfach im badischen Schwarzwalde feinkörniges und großblättriges Antimonsilber. An dem von Selb erhaltenen Analysenmaterial ermittelte M. L. Klaproth[1] schon 1797, daß die durch ihre Struktur voneinander abweichenden Silberantimonide auch chemisch verschieden zusammengesetzt sind, denn die feinkörnigen Aggregate enthielten 84, die großblättrigen nur 76 Gewichtsprozente Silber. Später (1802) fand Klaproth in blättrigkörnigem Antimonsilber von Andreasberg im Harz 77.52 Prozent Silber. Feinkörniges Antimonsilber ist an diesem Fundort seltener als zu Wolfach; es ist möglich, daß eine Analyse von C. F. Plattner[2], die 84.7 Prozent Silber und 15.0 Prozent Antimon ergeben hatte, an solchem Material angestellt worden ist. Dann würden an beiden Fundorten je zwei Arten von Antimonsilber vorkommen, silberärmeres spaltbares mit etwa 77 Prozent und silberreicheres feinkörniges mit etwa 84 Prozent Silber.

Zu Wolfach und zu Andreasberg tritt das großblättrige Antimonsilber zuweilen in Kristallen auf, die nach Form, Zwillingsbildung und Kohäsionseigenschaften dem rhombischen System angehören. Oft bieten sie infolge der Durchdringung mehrerer Individuen hexagonale Pseudosymmetrie dar (Fig. 1).

G. Rose[3] glaubte sich überzeugt zu haben, daß alle Silberantimonide rhombisch kristallisieren. Nach dieser Auffassung würden das reguläre Silber und das rhomboedrische Antimon eine Reihe von rhom-

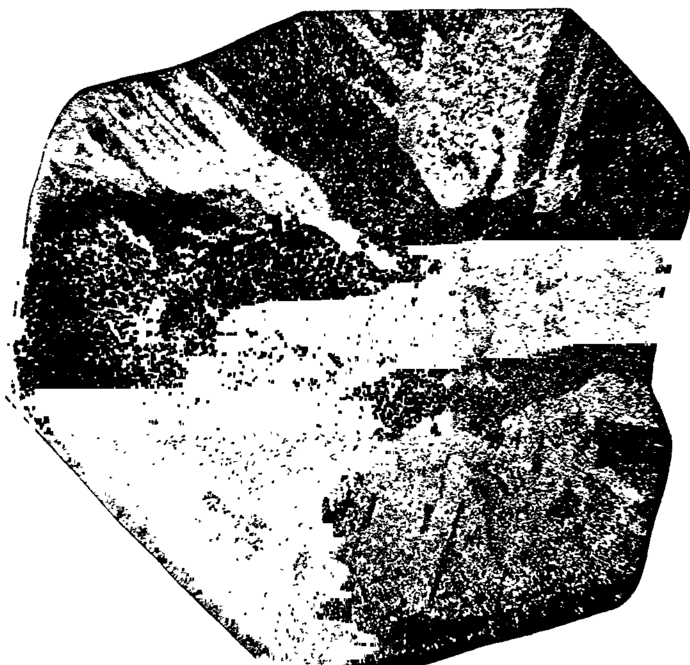
---

[1] M. L. Klaproth, Beiträge zur chem. Kenntnis d. Mineralkörper. 2, 301; 1797. 3, 175; 1802.

[2] C. F. Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie. 1860, 30. Zeitschr. der Deutsch. Geol. Ges. 16, 622; 1864.

[3] G. Rose, Das kristallo-chemische Mineralsystem. 1852, 45.

Fig. 1.



Antimonsilber von Samson, St. Andreasberg.
37. First, 693 m unter Tage. — Schliff parallel zur Basis, geätzt. — Lin. Vergr. 10.

bischen Mischungen bilden. Auch C. F. Rammelsberg[1] nahm an, daß trotz der von ihm bestätigten Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Silberantimonide lediglich isomorphe Mischungen vorliegen.

Von besonderem Interesse sind die Untersuchungen von F. Sandberger[2] und Th. Petersen[3] über die Mineralien des Wenzelganges. In sorgfältig ausgewählten Bruchstücken von Kristallen des großblättrigen Antimonsilbers, an denen Einmengungen von gediegenem Silber nicht nachgewiesen werden konnten, fand Petersen das spezifische Gewicht 9.611 und neben Spuren von Schwefel, Arsen, Eisen, Zink, Kupfer einen Gehalt von 70.17, 72.55 und 73.13, im Mittel 71.52 Prozent Silber. Eine Antimonbestimmung lieferte 27.20 Prozent. Die Formel Ag_3Sb verlangt 72.65 Prozent Silber und 27.35 Prozent Antimon. Das feinkörnige Antimonsilber erscheint nach Sandberger gewöhnlich in knolligen Massen aus eckigen Körnern von ½ bis 2 mm Durchmesser. Da oft dicht daneben pyramidale Kristalle saßen und die Körner selbst einzelne regelmäßige Flächen zeigten, vermutete Sandberger, daß diese Körner durch gegen-

---

[1] C. F. Rammelsberg, Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 16, 618; 1864. Handbuch der Mineralchemie, 2. Aufl. 1875, 25. N. Jahrb. f. Min. 1897. II, 45.

[2] F. Sandberger, N. Jahrb. f. Min. 1869, 290. 1870, 589. Untersuchungen über Erzgänge. 2, 257; 1885.

[3] Th. Petersen, Pogg. Ann. d. Phys. 137, 377; 1869.

seitigen Druck verzerrte pyramidale Kristalle seien. Aber weder diese Kristalle noch die feinkörnigen Aggregate wurden analysiert.

Hervorzuheben ist noch die Beobachtung von Sandberger, daß großblättriges Antimonsilber von Wolfach einen schaligen Aufbau zeigt und von gediegenem Silber in sehr feinkörnigen Aggregaten umhüllt wird. Eine solche Schale vom spez. Gew. 9.95 fand Petersen zusammengesetzt aus 76.65 Prozent Silber und 23.06 Prozent Antimon. Es hat also hier eine Anreicherung und Ausscheidung von Silber stattgefunden.

II.

C. T. Heycock und F. H. Neville[1] haben 1897 in einer Untersuchung über vollständige Erstarrungskurven binärer Legierungen von Silber oder Kupfer mit anderen Metallen die Temperaturen ermittelt, bei denen gemischte Schmelzen von Silber und Antimon zu kristallisieren beginnen. Sie fanden, daß dabei nur eine einzige Verbindung Ag_3Sb entsteht; aus einer Schmelze, deren Konzentration 25 Atomprozenten Antimon entspricht, kristallisiert sie bei 560°. Das eutektische Gemenge dieser Verbindung und des Antimon enthält etwa 41.5 Atomprozente Antimon; die Bildungstemperatur liegt bei etwa 485°.

Eine wesentliche Ergänzung erfuhr das Konzentrations-Temperatur-Diagramm der Silber-Antimon-Legierungen durch den von G. J. Petrenko[2] geführten Nachweis, daß aus den silberreichsten Schmelzen mit 100—85 Gewichtsprozenten Silber Mischkristalle entstehen. Die Zusammensetzung der gesättigten Mischkristalle entspricht sehr nahe der Formel Ag_6Sb mit 15.6 Prozent Antimon. Die Existenz der Verbindung Ag_3Sb hat Petrenko durch Beobachtung der Dauer der Kristallisation in dem von Ag_3Sb und Sb gebildeten System bestätigt. Kurze Zeit vorher hatte auch E. Maey[3] aus der Bestimmung des spezifischen Volumens von fünf Silber-Antimon-Legierungen das Vorhandensein dieser Verbindung abgeleitet.

III.

Um die Kristallform der Mischkristalle zu ermitteln, wurden Schmelzen von geeigneter Konzentration möglichst langsam abgekühlt. In einer Schmelze mit 90 Gewichtsprozenten Silber begann die Bil-

---

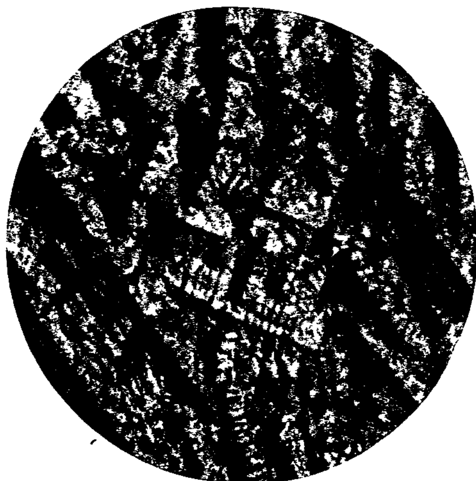
[1] C. T. Heycock and F. H. Neville, Phil. Trans. R. Soc. London. Ser. A. **189**, 25; 1897.

[2] G. J. Petrenko, Zeitschr. f. anorg. Chem. **50**, 139; 1906.

[3] E. Maey, Zeitschr. f. phys. Chem. **50**, 200; 1904.

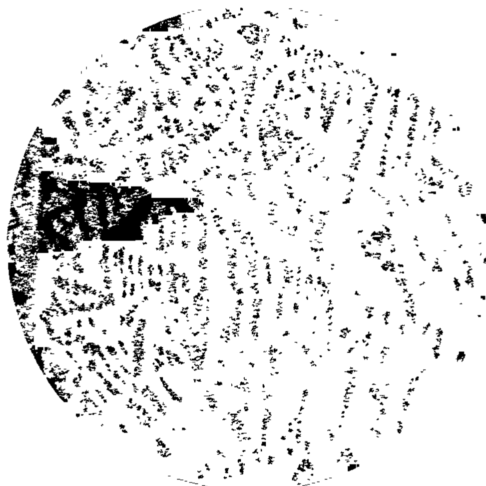
dung der Mischkristalle bei 851°. Die Oberfläche des Regulus war bedeckt von Gitterkristallen mit drei aufeinander senkrechten gleichwertigen Wachstumsrichtungen (Fig. 2, 3). Dieselben Formen traten auf einem angeschliffenen und geätzten Durchschnitt des Regulus hervor. Hiernach gehören diese Kristalle dem regulären System an.

Fig. 2.



Lin. Vergr. 20.

Fig. 3.



Lin. Vergr. 10.

Eine Schmelze mit 84.38 Gewichtsprozenten Silber, deren Zusammensetzung also sehr nahe der Formel Ag_6Sb entsprach, lieferte auf der Abkühlungskurve außer einem Knick bei 787° noch einen Haltepunkt bei 556°. Auf der Oberfläche des Erstarrungsproduktes waren wieder sehr deutliche reguläre Gitterkristalle wahrzunehmen. Aber auf einem Durchschnitte traten jetzt zwei Strukturelemente hervor, nämlich primär ausgeschiedene gesättigte Mischkristalle in regulären Wachstumsformen und dazwischen eine Grundmasse, die von der bei 556° kristallisierenden Verbindung Ag_3Sb gebildet wird. Daraus folgt, daß die Grenzmischkristalle etwas silberreicher sind als das Ausgangsmaterial.

Silber und Antimon liefern also eine beschränkte Reihe von Mischkristallen mit derselben Kristallform, die das darin vorherrschende Silber besitzt.

IV.

Das Ergebnis der Synthese, wonach in dem binären System Silber-Antimon neben den Komponenten außer einer beschränkten Reihe von silberreichen Mischkristallen nur eine einzige Verbindung auftritt, gestattet die Analysen der in der Natur vorkommenden Silberantimonide

zu deuten. Denn die Beobachtung zeigt, daß dieses System Umwandlungen im festen Zustande infolge von Polymorphie der Komponenten oder ihrer Verbindung nicht erfährt und daß in die Zusammensetzung jener Mineralien das Lösungsmittel, aus dem sie abgeschieden worden sind, nicht eingetreten ist.

Fig. 4.



Lin. Vergr. 6.

Fig. 5.



Lin. Vergr. 8.

Antimonsilber, St. Andreasberg. Schliffe parallel zur Basis, geätzt. Zwillingslamellen. In Fig. 4 sind Einschlüsse von Bleiglanz sichtbar.

Zur Untersuchung diente das im hiesigen mineralogisch-petrographischen Museum vorhandene Material von Antimonsilber aus Andreasberg. Die Struktur wurde durch Ätzung angeschliffener Flächen mit heißer verdünnter Salpetersäure oder kalter verdünnter Salpetersäure und Weinsäure festgestellt. Die Analysen und die Bestimmung der spezifischen Gewichte hat F. Späte ausgeführt. Neben Silber und Antimon waren stets Spuren von Arsen und Eisen vorhanden.

Reguläres Antimonsilber von Andreasberg.

Die Zusammensetzung: Silber 83.90, Antimon 16.17, Summe 100.07 Prozent entspricht sehr nahe der Formel Ag_6Sb. Spez. Gew. 10.05.

Ein Teil des Stückes, von dem das Analysenmaterial entnommen war, wurde geschmolzen. Die Abkühlungskurve zeigte wie bei dem synthetisch dargestellten Ag_6Sb außer einem Knick bei etwa 756° noch einen Haltepunkt bei 556°. Das Erstarrungsprodukt war bedeckt mit regulären Gitterkristallen.

Rhombisches Antimonsilber von Andreasberg.

Im ganzen wurden Bruchstücke von 7 Kristallen analysiert. Als Begrenzungsflächen traten nur stark geriefte Flächen aus der Zone der Vertikalachse und die Basis auf. Zu Messungen von Flächenwinkeln waren sie nicht geeignet. An der Oberfläche lagen zuweilen sehr dünne Schichten von gediegenem Silber. Die Struktur des Innern ergab sich durch Ätzung von Schliffflächen parallel zur Basis (Fig. 4, 5).

Silber	Antimon	Summe	Spez. Gew.
74.90 Prozent	24.75 Prozent	99.65 Prozent	9.82
75.86	24.30	100.16	9.79
76.83	23.35	100.18	9.80
74.41	25.52	99.93	9.63
75.39	24.63	100.02	9.81 (Fig. 4)
75.13	24.94	100.07	9.65 (Fig. 5)
75.38	24.12	99.50	9.81

Demnach sind diese Kristalle silberreicher als die Verbindung Ag_3Sb. Berücksichtigt man die Beobachtung Sandbergers über die Verwitterung des Antimonsilbers, so liegt die Auffassung nahe, daß jene Kristalle ursprünglich die Zusammensetzung der Verbindung Ag_3Sb besaßen, aber später unter dem Einfluß der Verwitterung, deren Spuren schon auf ihrer Oberfläche hervortreten, silberreicher geworden sind.

Ausgegeben am 21. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE

1910.

XXI.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

21. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

Hr. von Wilamowitz-Moellendorff las: Über das Θ der Ilias.

Η 345 bis Κ 579 ist in eine ältere Ilias eingelegt, in der Λ an Α bis Η 322 anschloss. Der Dichter der Einlage wollte die Einzelgedichte Litai und Dolonie aufnehmen und verfasste dazu den Schluss von Η und das Θ, alles mit starker Benutzung älterer Verse und Motive. Er ist jünger als Hesiodos.

Über das Θ der Ilias.

Von Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff.

Das Θ führt den Namen κόλος μάχη, und das veraltete Wort κόλος garantiert, daß man sehr früh gefühlt hat, wie sehr seine abgerissene Schlachtbeschreibung von der Art der Ilias abweicht; κόλος ist Gegensatz zu ὁλόκληρος, τέλειος. Die Grammatiker haben an vielen Versen Anstoß genommen; aber aufgeben konnten sie das ganze Gedicht unmöglich, denn nur hier erleiden die Achäer die schwere Niederlage, die im Ι und Κ vorausgesetzt ist. So hat denn auch K. L. Kayser, der den Charakter des Θ, seine Abhängigkeit von anderen Homerstellen und zugleich seine Abweichung von dem gewöhnlichen Stile zuerst treffend ins Licht gesetzt hat, gemeint, das Echte wäre ziemlich überall verdrängt, worin liegt, daß etwas Echtes einmal dagewesen wäre[1]. Später hat er gesagt, Η Θ wären verfaßt, damit Ι aufgenommen werden könnte, hat diesen Gedanken aber nicht verfolgt[2], und wenn er seitdem auch öfter ausgesprochen ist, so kann er doch erst Frucht bringen, wenn seine Tragweite scharf bestimmt wird. Ich will zeigen, daß die Eindichtung, deren Grenzen auch erst festgestellt werden müssen, mit ihrer abgerissenen Erzählung und ihrer Unselbständigkeit bleiben muß, wie sie ist, daß aber der Dichter gewußt hat, was er wollte, nämlich von Η über Ι und Κ zu Λ und weiterhin eine Brücke schlagen, also daß er eine vorhandene Ilias um die beiden Einzelgedichte erweitern wollte. Damit soll es zunächst genug sein; wie die Ilias war, die so erweitert ward, braucht nicht weiter verfolgt zu werden, als zur Sicherung dieses reinlichen Ergebnisses erforderlich ist. Nur der Bequemlichkeit halber setze ich bei Θ 489 ein, wo Lachmann sein neuntes Lied beginnt; in Wahrheit ist da weder ein Abschnitt noch auch nur ein Ruhepunkt.

---

[1] Homer. Abhandl. 81; der Aufsatz ist erst von Usener veröffentlicht, dessen Pietät gegen seinen Lehrer in diesem einen der wenigen Homerforscher in das gebührende Licht gestellt hat, deren Ergebnisse sich dauernd behaupten werden.

[2] S. 57. Es folgt ein noch unvollkommenes Verzeichnis der Entlehnungen. Man findet sie auch gut in der Ausgabe von Leaf, der zur Einführung in die Ilias brauchbarsten, die ich kenne.

Die Nacht hat dem Kampfe ein Ende gemacht; »Hektor führte das Heer von den Schiffen fort an den Fluß, auf einen Ort, wo zwischen den Leichen der Gefallenen Platz war[1], und hielt eine Versammlung. Er sagte »ich hatte gehofft, nach Vernichtung der Schiffe und des ganzen Achäerheeres heimkehren zu können; aber die Nacht hat sie noch gerettet. Für jetzt also (νῦν μέν; passen wir auf, wo der Gedanke kommt, auf den er so voraus deutet) wollen wir biwakieren und viele Wachtfeuer anzünden[2], damit sie nicht wagen, sich bei Nacht davonzumachen. In Ruhe sollen sie nicht auf die Schiffe steigen, sondern so, daß mancher noch zu Hause eine Wunde zu pflegen hat, auf daß auch anderen die Lust vergehe, Troia mit Krieg zu überziehen[3]. Die Herolde sollen in der Stadt den Befehl ausgeben, daß die Greise und Knaben (die männliche, nicht waffenfähige Bevölkerung, die so als Landsturm verwandt wird wie in Athen, Thuk. I 105) auf den Mauern Alarmwache halten und die Frauen in den Häusern lebhaftes Feuer unterhalten[4], damit der Feind die Stadt nicht überfalle. So wie ich das befehle, soll es geschehen.

---

[1] 491 ἐν καθαρῷ, ὅθι δὴ νεκύων διεφαίνετο χῶρος; der Vers ist unentbehrlich, denn er gibt den Grund an, weshalb Hektor das Heer von dem Lager fortführt. Aber entlehnt ist er aus K 199, und er paßt eigentlich nur da. Denn da klettern einige Leute bei Nacht über den Graben auf das Schlachtfeld: die können sich einen Fleck suchen, wo keine Leichen liegen. Bei einem Heere von 50000 Mann ist das Suchen eines χῶρος νεκύων διαφαινόμενος ein Unding. Daß K hier benutzt ist, wird sich als ganz natürlich herausstellen. Wer es als selbständig und der Ilias fremd ansieht, kann sich schlecht damit abfinden. Der Dichter von K hatte wiederum Υ 61 vor Augen.

[2] Das Holz dazu sollen sich die Soldaten sammeln 507, während die Fourage aus der Stadt geholt wird. Es wird also vorausgesetzt, daß Holz zu finden ist; am Flusse war am Ende auf Büsche zu rechnen, wie deren im Φ erwähnt werden. Indessen glaube ich nicht, daß der Dichter so weit gedacht hat. Sobald er es braucht, setzt er das Holz voraus, wie in der Ebene die Schlacht unbehindert durch die Terrainschwierigkeiten hin und her wogt, aber gewaltige Steine sofort zur Hand sind, wenn sie der Krieger werfen will.

[3] μὴ μὰν ἀσπουδεί γε νεῶν ἐπιβαῖεν ἕκηλοι: das ist Wunsch, da hat Bentleys ἐπιβῶσι keinen Platz, dagegen hängt hiervon ab, ἀλλ' ὥς τις τούτων γε βέλος καὶ οἴκαδε πέσσῃ . . . ἵνα τις στυγέῃσι καὶ ἄλλος. Das zweite ist klärlich final, und da rüttelt niemand an dem *Konjunktiv*, aber auch das erste ὣς bezeichnet die Modalität, wie sie auf das Schiff kommen, im Gegensatze zu ἀσπουδεί, kann also nur den Konjunktiv erhalten. Aristophanes hat also irrig πέσσοι geschrieben; alles ist in Ordnung, nur das Vau hat keine Wirkung, also keine Existenz. Denn wie ich einen Laut als gesprochen ansehen soll, der weder geschrieben ist noch sich fühlbar macht, begreife ich schlechterdings nicht. Das Bild, wie die Flüchtigen aufs Schiff springen und dabei eine letzte Wunde erhalten, hat Sophokles drastisch ausgemalt, Ποιμένες 460.

[4] Dies Feuer ist darauf berechnet, daß es die Achäer sehen, also die Stadt nicht für unbewacht halten. Die Stadt soll denselben Eindruck machen wie immer; Rauch kann bei Nacht nicht gesehen werden. Folglich bezeichnet ἐνὶ μεγάροισι 520 nicht den Herd in einer Küche oder *einem Zimmer*, sondern einen Platz auf dem Hofe, wo der Herd sehr wohl überhaupt liegen konnte. μέγαρον ist also das ganze Anwesen. Die Verwendung des Wortes durch die Architekten und Archäologen ist vielleicht praktisch, aber sie ist eine Katachrese. Daß die Stadt in Sehweite des Lagers liegt, ist klar.

μῦθος δ' ὃς μὲν νῦν ὑγιής, εἰρημένος ἔστω.
τὸν δ' ἠοῦς Τρώεσσι μεθ' ἱπποδάμοις ἀγορεύσω.

Ich hoffe zu Gott, die Hunde zu verjagen, die der Teufel ins Land gebracht hat.«

Halten wir hier zunächst inne. Ist nicht alles ganz untadelhaft? Ist nicht besonders gut das νῦν μέν 502 in 524 aufgenommen, um das Korrelat 525 zu erhalten? Der Feldherr gibt am Abend die Befehle für die Nacht; die für den Angriff des nächsten Morgens zu geben, ist erst dann die rechte Zeit. Aber Aristarch verwirft die beiden Verse 524. 525, erstens weil Hektor am andern Morgen im Λ keine Befehle gibt; das ist für uns ganz einerlei; und dann stört ihn ὑγιής, das so niemals vorkommt, weder bei Homer noch später. Das macht auf die Neueren Eindruck. Ich sollte meinen, ein jüngeres Wort oder eine jüngere Bedeutung im Homer kann den Verdacht späterer Einlage erwecken, der freilich oft genug nicht den einzelnen Vers treffen wird; aber ein später verschwundener Wortgebrauch wird doch nur beweisen, daß der Vers zu einer Zeit gemacht ist, wo er noch existierte. ἀπαράβατος und ἀπαραποίητος, was die Scholien für ὑγιής setzen, ist freilich schlecht geraten. Der Sinn fordert »καὶ νῦν μὲν εἰρήσθω τὰ νῦν ῥηθῆναι προσήκοντα, ἐπιτήδεια, καίρια«. Wenn dafür ὑγιής steht, so lernen wir, daß man zur Zeit dieses Dichters nicht nur οὐχ ὑγιὴς μῦθος (Herodot 1, 8 = ἄτοπος), wie gewöhnlich οὐδὲν ὑγιές sagte, sondern auch positiv. Wie sich gebührt, deutet Hektor in den letzten Worten an, worauf sich seine Befehle am andern Morgen beziehen werden, auf die heute unterbrochene Vertilgung der Feinde (498), und vielleicht konnte er so schließen; nur gerade die Zeitangabe »ich hoffe, sie morgen zu vertilgen« wird man wünschen und erwarten. Es folgt eine ganz andere Gedankenreihe »Aber (ἀλλ' ἦ τοι) bei Nacht wollen wir Wache halten, morgen früh greifen wir an; ich will doch sehen, ob Diomedes mich zurückwerfen wird oder ich ihn erschlage. [Morgen soll er seine Manneskraft beweisen, aber ich denke, er und viele seiner Gefährten werden erschlagen liegen], morgen, wenn die Sonne aufgeht. Wenn ich doch so sicher unsterblich wäre, wie dieser Tag den Achäern Unheil bringt«.[1] Die eingeklammerten drei Verse 535—537 haben bei Zenodot gefehlt; Aristophanes (dessen Vorgang in allen solchen Fällen anzunehmen ist) hat sie nur als unecht aufgenommen; sie sind wirklich eine breitere Ausführung, unerträglich, weil der An-

[1] 540 = N 827 ist den drei antiken Herausgebern offenbar ganz unbekannt geblieben. Das Glossem 528 fehlte bei Zenodot; man muß es fast übertriebene Vorsicht nennen, daß die beiden andern den Vers aufnahmen, da sie sich über seinen Wert nicht täuschten.

griff bei Nacht erfolgen müßte, wenn Diomedes bei Sonnenaufgang schon erschlagen liegen sollte. Eine weitere unzulässige Konsequenz wäre, daß 541 ἧδε ἡμέρη der folgende Tag sein müßte, während Hektor doch nur sagt, daß es morgen in dem Stile weitergehen wird, wie heute; darin, daß die Feinde heute geschlagen sind, liegt, daß es ihnen morgen schlecht gehen wird. »Ich wollte, mir wäre die Seligkeit so sicher, wie der Erfolg, den unser heutiger Sieg haben muß.« Aber auch, wenn die drei Verse verschwinden, paßt ἀλλ' ἦ τοι nach oben gar nicht, und zu dem »ich will erfahren, ob er mich bezwingen wird oder ich ihn«, paßt wohl die Zeitbestimmung »morgen«, aber nicht ἠελίου ἀνιόντος ἐς αὔριον. Damit ist gesagt, daß wir in 529—534 eine Dublette zu 523—527 haben, an sich gar nicht schlechtere Verse; aber daß jene allein nach unten gut anschließen, zeige der Augenschein.

Ἔλπομαι εὐχόμενος[1] Διί τ' ἄλλοισίν τε θεοῖσιν
527 ἐξελάαν ἐνθένδε κύνας κηρεσσιφορήτους
538 ἠελίου ἀνιόντος ἐς αὔριον· αἰ γὰρ ἐγὼν ὣς
539 εἴην ἀθάνατος καὶ ἀγήραος ἤματα πάντα,
541 ὡς νῦν ἡμέρη ἧδε κακὸν φέρει Ἀργείοισιν.

Es wird nun sehr kurz erzählt, daß die Troer Hektors Befehlen nachkommen, so kurz, daß man zweifeln muß, ob nicht die Erzählung zusammengestrichen ist[2]. »So saßen sie die Nacht über in gehobener

[1] Ἔλπομαι εὐχόμενος Zenodot, εὔχομαι ἐλπόμενος Aristarch. Die sklavische Aristarcholatrie bringt es fertig, dies zu verteidigen, also statt »ich hoffe, sie zu vertreiben, indem ich zu Zeus bete,« ich bete, indem ich hoffe, sie zu vertreiben. Β 597 στεῦτο εὐχόμενος νικησέμεν ist eine von vielen Analogien. Der Sinn entscheidet; daß dem Vau sein Platz wird, kommt nebenbei heraus: das würde freilich nicht durchschlagen.

[2] Es wird über die Veranstaltungen in der Stadt (517—522) gar nichts gesagt, und wenn 547 Holz gesammelt wird, so befremdet, daß sich gleich anschließt κνίσην δ' ἐκ πεδίου ἄνεμοι φέρον οὐρανὸν εἴσω, denn κνίση ist nie etwas anderes als der Duft der Speisen, die auf dem Feuer bereitet oder verbrannt werden. Bekker streicht den Vers; aber dann kommen die Leute gar nicht zum Essen und οἳ δέ 553 schließt schlecht an, da das Subjekt dasselbe ist. Unsere Verszählung beruht auf der Ergänzung der handschriftlichen Überlieferung aus dem Dialog Alkibiades II, die Barnes vorgenommen hat. Der Verfasser des Dialogs gibt an, daß die Troer vor dem Lager kampierten (ἔπαυλιν ποιεῖσθαι, eine hellenistische Wendung; ich glaube, die Schrift ist in den ersten Jahrzehnten des 3. Jahrhunderts von einem Manne aus dorischem oder nordgriechischem Sprachgebiet verfaßt) und eine den Göttern unwillkommene Hekatombe schlachteten. Das gehört hier nicht her, ist also aus einem kyklischen Epos; ein Sieg der Troer, der sie wieder vor das Lager brachte, ist mehrfach denkbar; Quintus VI 647 läßt sie nach einem Siege des Eurypylos dort αὖλιν θέσθαι. Unsere Exzerpte der kleinen Ilias sind allzu kurz. Aber sehr glaublich ist, daß der Dichter von Θ hier wie in der Verfolgung Nestors durch Hektor die kleine Ilias benutzt. Unser Text des Θ aber ist unvollständig; der Hibehpapyrus, der Θ 53—65 so viel mehr enthalten hat, beweist, daß es vollere Reduktionen gab, wenn wir auch nicht genug

Stimmung an dem Schlachtfeld[1] und brannten viele Feuer — folgt ein Gleichnis —; 1000 Feuer waren es, und im Scheine von jedem saßen 50 Mann[2]; die Pferde futterten neben den Wagen bis zum Sonnenaufgang[3]. So hielten die Troer Wache; die Achäer beherrschte die

---

aus den kleinen Fetzen gewinnen können, um zu sagen, ob die breitere Fassung den Vorzug verdiente. Es ist sehr wichtig, daß die Alexandriner mindestens am Schlusse des Θ einmal zu unrecht fortgeworfen haben, oder vielmehr Zenodotos hat den kürzesten Text, wie er es liebte, bevorzugt, und die beiden anderen haben ihn nicht ergänzt. Denn er hat die entscheidende Recensio gemacht, die nach ihm nur noch verbessert worden ist, wie ja im Altertum auf allen Gebieten der einmal gelegte Grund nicht mehr verlassen wird. Zenodot ist für Homer, was Aristophanes für Lyriker und Szeniker ist. Aristarch durfte nicht mehr *recensui* sagen, sondern nur *recognovi*, und erkannte das durch seine Zeichen, die auf Zenodot verwiesen, auch an. Dabei konnte er so viel leisten wie die, welche nach Lachmann Catull Properz Lucrez herausgeben; um keinen Preis darf er es entgelten, daß in alter und neuer Zeit auch hervorragende Gelehrte sich sklavisch seiner Autorität gebeugt haben; Lachmann hat ja ganz Ähnliches erfahren müssen.

[1] ἐπὶ πτολέμοιο γεφύρῃ oder γεφύρας ist überliefert; daß ein Zitat ἀνά aus Parallelstellen hat, darf nicht mitzählen. Den Akkusativ kann man kaum ertragen neben ἕατο; die γέφυραι πολέμου sind eine formelhafte Umschreibung für den Kampf, besser den Kampfplatz, δίοδοι τῶν φαλάγγων erklärt die παράδοσις. Entstanden wird das so sein, daß die beiden Heerhaufen zwischen sich ein μεταίχμιον lassen, über das die πρόμαχοι beim Angriff eine Brücke schlagen. Auf den Schlachtenbildern der Ilias Ambrosiana sieht man es gut. Hier ist die γέφυρα eine, und an der, am Flusse neben ihr, lagern die Troer. Es ist die Ebene zwischen den beiden Festungen, Stadt und Schiffslager.

[2] πὰρ δὲ ἑκάστωι ἕατο πεντήκοντα σέλαι πυρὸς αἰθομένοιο, so die παράδοσις; aber Zenodot las ἐν δὲ ἑκάστωι, und man sitzt nicht an, sondern in dem Feuerschein. Wie so oft, hat sich die παράδοσις falsch entschieden, weil sie den legitimen Hiat in der Diärese vor dem fünften Fuße nicht dulden wollte. εἵατο scheint mir am geratensten so zu schreiben, wie es Ionier und Athener und ziemlich alle Griechen bis ins 4. Jahrhundert geschrieben haben. Damit ist nicht präjudiziert, wie die erste Silbe zu sprechen war, die hier nicht einmal lang zu sein braucht. Wer aber meint, das könnte auch ἥατο gelesen werden, kennt die ionische Schrift nicht; von attischer im Homer zu reden ist vollends nur durch Unwissenheit möglich. ἔγρετο Η 434 für ἤγρετο oder ἄγρετο zeugt nicht für μεταγραψάμενοι, denn Ψ 287 wechselt ebenso noch in unsern Handschriften ἄγερθεν und ἔγερθεν.

[3] ἐΰθρονον ἠόα μίμνον, das ist eine alte Formel, in der die offene Form bewahrt ist, während hier sonst häufig ἠοῦς kontrahiert steht. Sie gehört der Odyssee an, ι 48, ρ 597, σ 319, τ 342, dies der älteste Vers ἀνέμεινα ἐΰθρονον ἠόα δῖαν. Natürlich verstanden die Griechen später die Göttin auf schönem Stuhle; daher kommt ξ 502 χρυσόθρονος Ἠώς vor, gebildet nach χρυσόθρονος Ἥρη. Pindar gibt der Aphrodite und den Horen und den vergötterten Semeletöchtern das Beiwort εὔθρονος; ob er sich diese Wesen sitzend dachte, ist doch fraglich. Wie kann das Morgenrot sitzen, auf das man wartet? Es scheint mir evident, daß nicht der θρόνος, sondern die θρόνα gemeint sind, die Χ 448 Blumen sind, welche Andromache in ein Gewand webt. Die grammatische Gelehrsamkeit steht zu Theokrit 2, 97, der das Wort wie Lykophron für φάρμακα braucht; so brauchten es die Ätoler, dagegen Thessaler und Kyprier wie Homer, die ersteren von eingewebten bunten Figuren (ποικίλα ζῷα), die anderen von geblümten Gewändern. Bei Homer versteht jener Grammatiker ῥόδα. Was kann der ῥοδοδάκτυλος besser zukommen als schöne bunte Blumen, das zarte Gewölk, das ihre ersten Strahlen röten, oder auch ein buntes Gewand. W. Schulze macht mich darauf aufmerksam, daß die Ushas in Ṛgveda suvāsāḥ und ähnlich nach ihren schönen Gewändern heißt.

ΦΎΖΑ, die Gefährtin des kalten Φόβος[1], auch die Tapfersten waren alle von schwerer Trauer getroffen — folgt ein Gleichnis —. Agamemnon ging schmerzbetroffen umher und trug den Herolden auf, die einzelnen ohne Lärm zur Versammlung (oder auf dem Sammelplatz; εἰς ἀγορήν ist beides) zu rufen und war selbst am meisten geschäftig. Da versammelten sie sich in gedrückter Stimmung, und er begann unter Tränen.«

Mit der Schilderung der Achäer hat der Mann, der die Ilias auf 24 Bücher verteilt hat (ohne Frage Zenodot[2]) das Ι begonnen, für seine Zwecke ganz geschickt; aber ein Rhapsode wird hier schwerlich je innegehalten haben, und der Dichter hat mit vollem Bewußtsein die Stimmung der beiden Parteien parallelisiert. Dem dient am meisten das Paar der Gleichnisse. Der Stimmung der Troer entspricht die sonnenhelle Nacht, der der Achäer der schwere Seegang unter Nordweststurm (der Dichter rechnet natürlich mit seiner nordionischen Heimat)[3]. Denn daß die Gleichnisse so eingeführt werden, daß die Zahl der Feuer mit der der Sterne und der θυμὸς δαϊζόμενος der Achäer mit dem von zwei Winden erregten Meere verglichen werden, zeigt nur, daß solche Verknüpfungen im Epos nicht mehr bedeuten, als eben die Bilder einzufügen, die der Dichter heranholte, um die Stimmung der Seele zu veranschaulichen, wofür ihm der unmittelbare Ausdruck versagte. Wer das nicht empfindet, nicht an der echten Lyrik empfinden gelernt hat oder besser aus dem eigenen Gefühle gegenüber der Natur nimmt, mit dem rechte ich nicht. Gerade in dieser Partie zeigt sich, daß der Verfasser des Θ den Ehrennamen eines Dichters trotz allem verdient.

Den Agamemnon hat er bei seinem Auftreten weinen lassen, wie den Patroklos Π 3. 4; daß dem Könige, der reden will, eigentlich nicht wohl ein Tränenstrom über die Wangen rinnen kann, ist unbestreitbar. Es korrespondiert aber mit dem glänzenden Auftreten

---

[1] φύζα ist die Flucht, ein starker Ausdruck, μετὰ δέους φυγή. φόβος ist aber auch Flucht, und die beiden sind so ein schlechtes Paar. Wieder müssen wir sinnlicher denken als die Grammatiker. Die Φύζα hält die Achäer, sie wird zur Person; der Φόβος ist es ja auch sonst, als Diener des Ares; das ist ein Dämon, der φόβος einjagt: er sitzt im Zentrum des hesiodischen Schildes 144.

[2] Wir haben nun zwei Homerhandschriften aus der Zeit des Zenodot, die keine Bücher trennen, den Genfer Papyrus von ΛΜ und den Hibehpapyrus von ΧΨ (auch wohl ΗΘ, Grenfell Hunt S. 93); vielleicht kenne ich nicht alles. Dagegen kennt die παράδοσις nur die nach den Buchstaben bezeichneten Bücher. Das zwingt zu dem Schlusse, der schon früher mit Sicherheit gezogen war, Hom. Unters. 369.

[3] Ι 5 muß natürlich ebenso wie Ψ 195 βορέης im Versanfang bewahrt werden. βορρῆς ist ein Attizismus, den dem Ionier aufzudrängen ein Hohn auf die Kritik ist, die sonst immer Attizismen vertreiben will. Daß die Ionier die beiden letzten Silben zusammenzogen, ist klar; wie sie die erste aussprachen, ist des Suchens wert; aber um die Aussprache handelt es sich allein. V. 7 ist ἔχευαν die richtige Lesart, nicht der Singular, denn die Winde, nicht die Woge, werfen den Seetang längs des Strandes aus.

Hektors Θ 493—496, der sich auf seinen riesigen Speer stützt, dessen Erz und Gold funkelt. Diese Schilderung ist entlehnt aus Ζ 310, und da ist es prachtvoll, daß diese Trutzwaffe des Helden hervorgehoben wird, als er in das Gemach seines Bruders tritt, der sich die Schutzwaffen und den Bogen putzt. Sowohl im Θ wie im Ι hat Zenodotos die Schilderung des Redners nicht gehabt; das hat mich, wie ich gestehe, erst verführt, bis ich die parallelisierende Kunst des Dichters ebenso wie seine Abhängigkeit von anderen Iliasgedichten gleichermaßen erfaßte. Man darf jedoch nicht meinen, Zenodot hätte willkürlich selbst gestrichen, denn 23—31 hat er auch nicht gehabt, sondern statt ihrer einen knappen Übergang, und dadurch wird die ganze Rede Agamemnons unverständlich: so etwas wird niemand mit Absicht herbeiführen. Agamemnon sagt: »Ihr Fürsten, Zeus hat mich betrogen; er will, daß ich mit Schanden heimziehe, er will es, der doch so manche Burg gebrochen hat und noch brechen wird in seiner Allmacht[1]. Wohlan denn, fliehen wir, denn Troia erobern wir nie.« Ohne diese letzte offene Aufforderung ist die Rede inhaltsleer. Sie ist ganz und gar ein Auszug aus der großen Rede Β 110—141, ja, man muß sagen, die ganze Erfindung stammt daher. Aber sie erfüllt ihren Zweck, und wenn 17 die Ἀργείων ἡγήτορες ἠδὲ μέδοντες an die Stelle der ἥρωες Δαναοὶ θεράποντες Ἄρηος, Β 110, getreten sind, so hat der Dichter mit Bedacht geändert, da ja Agamemnon durch persönliche Einladung nur die ἄριστοι hat auf den Markt bescheiden lassen. Ebenso hat Aristarch 19 in ὃς τότε μέν μοι ὑπέσχετο eine bedachtsame Änderung des πρὶν μέν in Β erhalten: auf den allen Zuhörern bekannten Traum des Β deutet dies τότε. Also einerlei, ob entlehnt, die Verse passen her.

Da kein Vornehmerer reden will, tut es Diomedes; er beginnt damit, daß auf dem Markte, also in der Beratung, ihm zustünde, dem Könige entgegenzutreten, und bittet ihn um Entschuldigung. Dann geht es aber mit ihm durch; er ist gereizt durch die ungerechten Vorwürfe der Ἐπιπώλησις, gehoben durch seine Ἀριστεία, erinnert an beides und weist den feigen Vorschlag entrüstet ab. »Fahre nur ab, deine eigenen Schiffe stehen ja dicht am Strande[2] (d. h. andere sind in die erste

---

[1] Mit Unrecht tilgen Aristophanes und Aristarch diese drei Verse 23—25. Es ist unbegreiflich, warum Zeus, der die Burgen zu brechen die oft bewiesene Macht hat, es diesmal nicht tut; aber er kann eben tun, was er will. Weil er doch sooft eine Burg gebrochen hatte, durfte Agamemnon einen solchen Erfolg hoffen.

[2] 43 νῆες δέ τοι ἄγχι θαλάσσης ἑστᾶσ' αἵ τοι ἕποντο Μυκήνηθεν μάλα πολλαί. Verkehrt streicht Aristarch den letzten Vers. Das Verbum ist gar nicht müßig, und die Unterscheidung der eigenen Abteilung von der ganzen Flotte noch weniger. Vorher ist θυμὸς ἐπέσσυται ὥστε νέεσθαι gewiß »unhomerisch«, da ὥστε nirgends so steht; aber nur die petitio principii einheitlicher Sprache berechtigt eine junge Konstruktion aus einem jungen Gedichte zu tilgen, wie Lehrs Ar.[2] 157 will.

Reihe aufs Land gezogen, O 654), fahrt alle ab: Sthenelos und ich bleiben hier, bis Ilios fällt: denn mit Gott sind wir gekommen.« Wieder ist der Parallelismus zu dem Schlusse in Agamemnons Rede deutlich, dem Schlusse »wir werden Ilios nie einnehmen« und die σὺν θεῷι ἐληλυθότες sind die κηρεσσιφορητοί des Hektor. Bewußte Kunst eines und desselben Dichters, bestimmter Stil zeigt sich durchgehends.

Der Rede rufen alle υἷες Ἀχαιῶν Beifall; den Vers hat, wie wir sehen werden, derselbe Dichter schon H 403 gebracht, wo das ganze Heer versammelt ist[1]; hier sind es nur die ἄριστοι, aber da unter diesen auch die νεώτεροι sind (68), darf es passieren. Nun beginnt Nestor, macht dem Diomedes sehr kluge Komplimente, um sie gleich dadurch einzuschränken, daß er an seine Jugend mahnt[2]. Daher hätte er keinen positiven Vorschlag zu machen gewußt, was nun der Alte nachholen will, und selbst Agamemnon sollte nichts dagegen haben.

63 »ἀφρήτωρ ἀθέμιστος ἀνέστιός ἐστιν ἐκεῖνος
ὃς πολέμου ἔραται ἐπιδημίοο κρυόεντος·
ἀλλ' ἦ τοι νῦν μὲν πειθώμεθα νυκτὶ μελαίνηι

wir wollen essen und die Wächter sollen auf Vorposten ziehen. Das geht die Jungen an. Dann aber, Agamemnon, lade die γέροντες zum Essen in dein Zelt; du hast die Mittel, sie zu bewirten, und da können wir uns beraten. . Wir brauchen einen guten Rat; die Wachtfeuer des Feindes sind dicht bei den Schiffen; das macht bedenklich;

νὺξ δ' ἥδ' ἠὲ διαρραίσει στρατὸν ἠὲ σαώσει.«

Fangen wir von hinten an. Der letzte Vers korrespondiert mit Hektors ἠμέρη ἥδε κακὸν φέρει Ἀργείοισιν. Und so ist der ganze letzte Teil von ἀλλ' ἦτοι in schönstem bewußtem Parallelismus zu der Rede Hektors gebaut, Verordnungen über Verpflegung und Sicherung und, der entgegengesetzten Lage gemäß, Maßnahmen und Aussichten für die nächste Zukunft. Wer diese Reden von einander reißt oder ihre Symmetrie stört, spricht sich sein Urteil. Aber der Nestor, der πάντα διίξεται, tut das hier doch noch nicht; er fängt an, aber mit ἀλλ' ἦ τοι biegt er ab.

[1] H 382 findet der troische Herold die Δαναοὶ θεράποντες Ἄρηος in der Versammlung, also gerade der Ausdruck des B steht da, den der Dichter I 17 geändert hat. 385 muß demnach die Anrede ἐυκνήμιδες Ἀχαιοί lauten, nicht ἀριστῆες Παναχαιῶν. Zwischen Varianten haben wir freie Wahl.

[2] 58 Diomedes könnte Nestors jüngster Sohn sein, ὁπλότατος γενεῆφιν; hier sind deren also mehr als die beiden, die in der Ilias allein genannt werden, öfter allein vorhanden gedacht sind. Aber in der Odyssee hat er zahlreiche Söhne und wenn er K 170 sagt εἰσὶν μέν μοι παῖδες ἀμύμονες, die er schicken könnte, so hat er mehr als zwei, denn den Thrasymedes, der auf Vorposten war, konnte er nicht schicken. Sicherlich werden unter den pylischen Geschlechtern Ioniens, z. B. in Kolophon, manche ihren Adel auf manche Nestorsöhne zurückgeführt haben.

Doch das haben die Erklärer BT gut erklärt, er will nicht hier, sondern nur vor den γέροντες dem Agamemnon seine bitteren Wahrheiten sagen. Das bezweckt sein zweiter Vorschlag; wie er den König teils begütigend, teils bevormundend leitet, möge jeder sich überlegen, ehe er dem Dichter Übles nachsagt. Notwendigerweise mußte aber Nestor, ehe er abbog, die Richtung andeuten, in der das τέλος μύθων lag. Das leistet die Sentenz, gerade so von fern andeutend, wie es herpaßt; aber die Modernen möchten sie auswerfen. »Wer nach Kampf in der eignen Gemeinde strebt, der scheidet sich selbst von Sippe, Recht und Haus.« Wenn das hier so allgemein gesagt wird, so ist jemand da, der dies für ihn selbst verderbliche Streben hat, oder doch, der sich davor hüten soll. Das kann nur Agamemnon sein; sein Handeln, die Vergewaltigung des Achilleus, muß als Streben nach ἐπιδήμιος πόλεμος ausgelegt werden. Gewiß paßt das nicht genau; es macht den Eindruck, ein gewaltsam hergeholter Spruch zu sein[1]. Nun, daß der Dichter fremdes Gut braucht, wissen wir; hier aber entschuldigt ihn die Verwendung hinlänglich: sobald es eine bekannte Sentenz ist, braucht sie nur so weit zu passen, daß verstanden wird, worauf sie zielt, wenigstens von dem Betroffenen verstanden. Vor allem aber, die Verse füllen ihren Platz: gut oder schlecht sind sie ganz unentbehrlich. Wenn man sie nur läßt wie sie ist, sagt die Rede Nestors genau so viel wie er hier sagen wollte und mußte, und in der angemessenen andeutenden Weise. Die Fortsetzung folgt im Zelte Agamemnons nach dem Essen; denn ganz kurz wird abgetan, daß der König alles tut, wie der Alte verlangt hatte, auf dessen ersten guten Rat ausdrücklich verwiesen wird[2]. Die zweite Rede brauche ich nicht zu analysieren: es ist deutlich, daß sie bereits ganz zu den Litai gehört und deren Stil zeigt. Damit ist denn ausgemacht, daß der Dichter des Θ die Litai vorfand, zu ihnen überleiten wollte, also einfach gezwungen war, dieser Nestorrede eine andere, also auch dieser Versammlung im Zelte eine andere vorauszuschicken. Jede Erwägung,

---

[1] ἐκεῖνος ist eine unionische Form, nur selten, wie Aristarch zugibt, um des Verses willen gebraucht; daß sie gerade jünger wäre, kann man nicht sagen. Auch Alkman hat sich eine dreisilbige Form des Pronomens gestattet, die seiner Mundart noch viel fremder war. Andererseits ist ein offener Genitiv in ἐπιδημίοο κρυόεντος erhalten, erhalten sage ich, denn hier ist die Lesung der Grammatiker ἐπιδημίου ὀκρυόεντος ja wirklich nur falsche Deutung; attische oder ionische Schrift, sechstes oder viertes Jahrhundert ist dafür einerlei. Der Fehler kehrt Z 344 wieder; die Stellen sind unabhängig. Es ist ein Ruhm für Payne Knight, daß er so etwas vor hundert Jahren durchschaute; jetzt muß es jeder tun, der griechische Schrift lesen kann; es reden freilich viele über Homer, die das nicht lernen wollen.

[2] 92—95 = H 323—326; dort geht kein guter Rat vorher, sind die Verse aber auch Werk eines Interpolators: der Dichter selbst konnte sich nicht so gedankenlos abschreiben.

daß die doppelte Beratung besser zusammengezogen wäre, und vollends alle Streichungen scheinbarer Dubletten fallen hin, sobald man begriffen hat: der Dichter des Θ arbeitet im Hinblick auf die Litai, die er aufnehmen will.

Am Schlusse des Ι, als die Gesandten über Achills Weigerung berichten, tritt Diomedes wieder auf, 693ff., genau in derselben Weise wie im Ι (und Η, wie wir sehen werden), zum Teil mit denselben Übergängen: unverkennbar ist das dieselbe Mache und desselben Dichters Hand. Er hat eben die Litai in seine Dichtung aufgenommen, und wenn danach Diomedes den Agamemnon mahnt, morgen das Heer vor den Schiffen aufzustellen und selbst in erster Reihe zu kämpfen, so leitet er zum Λ über, zur Ἀγαμέμνονος ἀριστεία. Wir haben einfach zu lernen, daß es zu seinem Stile gehört, dieselben Verse und dieselben Übergänge zu verwenden.

Nun zurück zu der Aussetzung der Vorposten, Ι 79—88, die der Fürsorge Hektors für die Stadt, Θ 517—22, entspricht. Der Dichter hat möglichst kurz sein wollen; daher setzt er voraus, daß die sieben Kompagnien feste Abteilungen des Heeres sind, die ohne weiteres durch den Befehl an ihre Führer in Aktion treten. Das zeigt schon Nestors Wort 66 φυλακτῆρες δὲ ἕκαστοι λεξάσθων παρὰ τάφρον ὀρυκτὴν τείχεος ἐκτός. Nur wenn es die Abteilungen bereits gibt, kann ἕκαστοι stehen[1], und auch die Führer müssen bekannt sein, wenn sie mit κούροισιν μὲν ταῦτ' ἐπιτέλλομαι hinreichend bezeichnet sind. Sie marschieren denn auch 79 ab; die sieben Führer werden benannt, ihre Zahl und die Stärke ihrer Abteilungen angegeben. Es sind ἑκατοστύες. Alles in der Ordnung; wir werden nicht pedantisch sein und fragen, wie sie bei der Verwirrung des geschlagenen Heeres so rasch ihre Leute gesammelt haben. Überlegen muß man sich nur, wie sie in dieser Versammlung sein können, worauf die Antwort ist, daß sie eben als Offiziere zu den ἄριστοι gehören. Anderseits kann man fragen, wie Diomedes trotz seiner Jugend zu den γέροντες gehören kann, die Agamemnon in sein Zelt ladet, worauf wieder die Antwort ist, daß dieser Titel den Rang, nicht das Alter bezeichnet. Der Dichter wird im Leben einen Rat gekannt haben, in dem mehr das γέρας als das γῆρας die Teilnahme begründete; in Sparta ist ja auch aus der γερωχία erst die γερουσία geworden; übrigens will ich nichts dawider haben, wenn jemand lieber meint, der Dichter hätte sich den Widerspruch nicht klargemacht, da ja ein Kriegsrat ohne den tapfersten Helden undenkbar war.

---

[1] Danach muß 86 τίθεντο δὲ δόρπα ἕκαστοι stehen, handschriftlich nicht stark bezeugt, aber Leaf hat es mit Recht aufgenommen, und daß Aristarch so hatte, darf man glauben, da δόρπα für ihn bezeugt ist. ἕκαστος ist so schlecht wie δόρπον; Zenodot hatte mit δαῖτα θάλειαν etwas ganz Unbrauchbares.

Von den sieben Hauptleuten[1] erscheinen Thrasymedes und Meriones im K; Aphareus, Deipyros, Askalaphos stammen aus den N 476, 541, 576. Zu dem letzten ist sein Bruder Ialmenos getreten, den wir nur aus dem Schiffskatalog B 512 und dem Peplos 19 kennen. Von einem Sohne des Ares aus Orchomenos hat es natürlich Sagen gegeben, die uns nur nicht mehr vorliegen[2]. Lykomedes endlich kehrt in T 240 wieder, wo die Abteilung der κοῦρητες, wie sie dort heißen, ebenfalls in Aktion tritt. Irgendein Zusammenhang besteht zwischen den Stellen, aber er ist nicht unmittelbar durchsichtig.

Es versteht sich von selbst, daß die Vorposten hier nur ausgesetzt werden, weil sie im K in Aktion treten, also Nestors Rede und die Dolonie in dasselbe Gedicht gehören, denn daß die Aussetzung der Vorposten kein späterer Zusatz in ihr ist, hat sich gezeigt. Also ist es niemand anders als der Dichter des Θ, der sowohl I wie K in sein Gedicht aufgenommen hat, nur mit diesem und in diesem sind sie erhalten. Denn daß sie beide nicht sein Werk sind, sondern jedes einen sehr charakteristischen besonderen Stil hat, bedarf keiner Ausführung. Der Nachdichter hat nur hier ganze Gedichte übernommen wie sonst überall Verse und Versreihen; aber alles machte er damit zu seinem Eigentume. Das gilt für K genau so wie für I; keine Rede davon, daß die Dolonie zu der Ilias selbständiger stünde als ein anderes Buch. Wenn ihr schon ein Gelehrter des Altertums angesehen hat, daß sie als Einzelgedicht verfaßt war, so soll dieser Mann alle Ehre haben, aber für seine Einsicht; was er uns gibt, ist eine Vermutung, die wir ebenso machen, hier wie anderswo, z. B. gleich bei den Litai. Aber weil es ein alter Grammatiker gesagt hat, erfreut sich die Aussonderung der Dolonie besonderer Anerkennung, so daß sie oft für jünger als das übrige gehalten wird. Das ist falsch; da der Dichter des Θ sie aufgenommen hat, ist sie notwendigerweise älter als dieser. Es ist ja auch ganz unberechtigt, Differenzen in Stil und Sprache immer durch den Altersunterschied erklären zu wollen, als ob nicht die Herkunft des Dichters und der Ort, wo er lernte und wo er tätig war, ganz ebensogut solche Differenzen hervorrufen konnten.

Also es ist einmal ein Dichter gewesen, der wollte die beiden Einzelgedichte Litai und Dolonie in die Ilias aufnehmen — sagen wir einmal so, da wir ja schon wissen, daß er auf B Δ Ε Bezug nimmt,

---

[1] H 339 steht eine Variante, die der Mauer πύλας ἔπτ' ἀραρυίας gibt; 438, wo der Vers wiederkehrt, fehlt sie. εὖ ἀραρυίας ist wohl wirklich echt und die Zahl nach den Kompagnien der Wächter eingesetzt.

[2] Darauf, daß er in der apollodorischen Bibliothek unter den Freiern Helenas und unter den Argonauten, bei Quintus im hölzernen Pferde erscheint, möchte ich nichts geben.

durch die Litai auf den Inhalt von Α, daß er Λ mit einbezog, Ζ und Ν kannte; weiteres wird bald zutreten. Erst durch die Aufnahme von Ι und Κ wird für die Ilias eine erste Niederlage der Achäer vor dem Tage, der mit Λ beginnt, notwendig. Λ weiß nichts davon; aber in Ι und Κ lagern die Troer siegreich vor dem Schiffslager. Man lese Ι 237—246 nach: da wird man in frischer Ursprünglichkeit die Situation kurz geschildert finden, die am Schlusse von Θ der Nachdichter ausgeführt hat. Ι und Κ selbst zeigen, daß den Dichtern und dem Publikum als Tatsache bekannt war, die Troer hätten einmal das Achäerlager ihrerseits belagert. Auch im Σ 259 wird darauf Bezug genommen, und zwar so, daß niemand denken kann, das Troerheer hätte nur die eine Nacht biwakiert. Aber in unserer Ilias wird es nur im Θ erzählt und die damit gegebene Niederlage der Achäer ebenfalls. Folglich müssen wir prüfen, ob diese Niederlage ein Werk des Nachdichters ist, dessen Art wir nun einigermaßen kennen, oder ob etwas Älteres zugrunde liegt.

Der entscheidende Erfolg der Troer steht Θ 335—349. »Zeus gab den Troern wieder Kraft, so daß sie die Achäer auf den Graben zu drängten. Hektor blieb den Fliehenden immer auf den Fersen, wie der Hund, der ein Wild hetzt[1], und erschlug immer den, der am weitesten zurückblieb. Und als sie unter vielen Verlusten über Graben und Palisaden gelangt waren, hielten sie sich bei den Schiffen auf, die Götter um Hilfe flehend[2]

Ἕκτωρ δ' ἀμφιπεριστρώφα καλλίτριχας ἵππους
Γοργοῦς οἴματ' ἔχων ἠὲ βροτολοιγοῦ Ἄρηος[3].«

---

[1] Hektor wird mit einem Hunde verglichen; das schließt nicht aus, daß hinter dem Eber oder Löwen eine Meute jagt, wie das der Natur entspricht, denn die Troer sind die Meute, von der der beste Hund dicht hinter dem Wilde bleibt, an dessen Hinterteil hochzuspringen versucht und aufpaßt, sooft es einen Seitensprung macht, einen Haken schlägt, wie man vom Hasen oder Fuchse sagt. Die Tierfriese der griechischen Malerei des 7. Jahrhunderts illustrieren das Bild, das der Dichter gibt; er wird sie vor Augen gehabt haben. Zuzugeben ist, daß Löwe und Eber nicht gut passen, namentlich der erste, der schwerlich gehetzt ward. Da wird der Scholiast BT recht haben, der annimmt, daß der Dichter die Achäer nicht mit Hasen oder Rehen vergleichen mochte.

[2] 342—345 scheinen nach Ο 1—3 gemacht; 345—347 kehren Ο 367—369 wieder, aber in einem ganz ungeschickt eingeschobenen Stücke, das den Nestor im Hintergrunde der Schlacht einführen will, um den Faden vom zweiten Teile des Λ über den Anfang des Ξ zur Patroklie zu spinnen. Dieses Stück benutzt das Θ, Ο 376 = Θ 244. Es kann aber sehr wohl erst nach den Verbindungsstücken in Λ und Ξ eingelegt sein; Ο 367—380 läßt sich ebenso glatt ausscheiden wie Ο 659—673, wo Nestor dieselbe Rolle spielt, und dies muß unbedingt fallen.

[3] Γοργοῦς οἴματ' ἔχων ist uns nur durch Aristarch erhalten; die πλεῖσται τῶν δημωδῶν hatten wie Zenodot und unsere Handschriften ὄμματα, begreiflicherweise, da man nur noch an den bösen Blick der Meduse dachte. Aber das οἶμα oder die

Damit ist ein dauernder Zustand erreicht; die Achäer wagen sich nicht mehr vor, Hektor aber fährt zwar vor der Befestigung hin und her, bedroht sie also, aber er greift sie noch nicht an. Wir müssen erwarten, daß dieser nächste Akt folgen werde. Aber der Dichter wechselt den Schauplatz. Auf dem Olymp (der Ort ist nicht angegeben; das ist auch nicht nötig, falls nur die frühere olympische Szene 199 in denselben Zusammenhang gehört) bestimmt Hera die Athena, den Achäern zu Hilfe zu kommen trotz Zeus; sie fahren auch ab, aber Zeus schickt ihnen Iris; sie gehorchen seinem Verbote, kehren um, und er bedräut sie noch persönlich, 397—484.

485 ἐν δ᾽ ἔπεσ᾽ Ὠκεανῷ λαμπρὸν φάος ἠελίοιο
ἕλκον νύκτα μέλαιναν ἐπὶ ζείδωρον ἄρουραν·
Τρωσὶν μέν ῥ᾽ ἀέκουσιν ἔδυ φάος, αὐτὰρ Ἀχαιοῖς
ἀσπασίη τρίλλιστος ἐπήλυθε νὺξ ἐρεβεννή·

Mit diesen prachtvollen Versen[1] wird die κόλος μάχη abgebrochen; es ist nichts weiter passiert, seit Hektor vor dem Graben hin und her fuhr. Wie lange das gedauert hat, wie das Gefecht von beiden Par-

---

οἴματα (Π 752, Φ 252) passen allein auf den Hektor, der längs des Grabens fährt. Wenn aber die Gorgo ein οἶμα haben soll, so hat der Dichter die Gorgonen oder Keren oder wie man sie sonst nennen will vor Augen, welche die archaische Kunst im Laufschema als Verfolgerinnen bildet, eben als Gorgonen gern hinter Perseus her. Wer an die denkt, findet das Bild prachtvoll. Ares ist zugefügt, obwohl der keine besondere Gangart hat. Ο 605 μαίνετο δ᾽ ὡς ὅτ᾽ Ἄρης ἐγχέσπαλος ἢ ὀλοὸν πῦρ zeigt auch den Krieg, der in Ares eine Person ist, aber keine sinnlich anschauliche, der also wieder ein sinnlicheres Bild, hier ein elementares, zur Ergänzung neben sich erhält.

[1] Robert, Studien zur Ilias 133 »Der Einbruch der Nacht wird 485—486 erzählt, aber die folgenden Verse, so gut sie in den Zusammenhang passen, können wegen des verkürzten Dativs Ἀχαιοῖς nicht für die Urilias in Anspruch genommen werden. Zwischen 486 und 489 fehlt also einiges«. Mit Schlüssen dieser Art wird ein Stück Urilias rekonstruiert Λ 264—574, Θ 485. 486, Lücke, Ι 80—83, Lücke, Θ 489 bis 511, 517—527, 542—549, 553. 554, Lücke, Ξ 9—13, Lücke, 27—29, 41, 42. 43 zu einem umgedichtet, 44—48, 52—54, 61—63, Ι 16—22, Ξ 69—74, Ι 27 usw. Es wird genügen, neben den Grundsatz, daß der gute Zusammenhang eine Überlieferung nicht sichert, dieses Ergebnis zu stellen; ich kann es nicht anders nennen als einen Cento mit Löchern. Alle diese Verse gehören in Wahrheit, wie seit Kayser und Lachmann anerkannt war, zu den jüngsten Stücken der Ilias. Gleichwohl lassen sie sich äolisieren, wie der Erfolg zeigt. Dann zeigt er eben, daß dieses Experiment wertlos ist. In Wahrheit sind es übrigens keine äolischen Verse geworden, denn die lesbische Metrik zählt bekanntlich die Silben und kennt keine Zusammenziehung zweier Kürzen, außer wenn sie die ionischen Hexameter Homers nachbildet. Da mir diese jetzt wohl notorische Tatsache vor 25 Jahren ebenso bekannt war wie heute, habe ich die Äolisierung Homers seit ihrem ersten Aufkommen niemals ernst genommen. Das Θ erklärt Robert S. 167 in der Ausdehnung 1—488 für ein einheitliches Einzellied; man könne es ohne Störung der Komposition herausschneiden, bis auf den Schluß, das Biwak. Ja, wie können denn die Troer vor dem Schiffslager biwakieren, die Achäer den Achilleus um Hilfe bitten, wenn die Schlacht des Θ fehlt? Für das große Epos unentbehrlich, ist ein solches Verbindungsstück als Einzellied einfach undenkbar.

teien zuletzt geführt ward, erfahren wir nicht. Das wird durch den Hilfszug der Göttinnen verdeckt, mag der auch das Schlachtfeld nie erreicht haben. Der Szenenwechsel ist also sehr überlegt eingeführt; der Hörer wird nicht fragen, was auf Erden mittlerweile passiert, wenn vorher ein Dauerzustand angegeben ist und nachher die Nacht hereinbricht: es ist dann eben nichts bemerkenswertes weiter passiert. Aber ein Dichter, der so geschickt mit der Handlung auf zwei Schauplätzen zu wirtschaften versteht, verfügt über eine Technik, die z. B. im Δ noch nicht erreicht ist, wo die eine Handlung stillsteht, während die andre erzählt wird. Kein Zweifel, daß Θ 335—488 in einem Zuge mit dem Folgenden so gedichtet ist, wie wir es lesen, und niemals anders existiert hat.

In diesen Versen gibt Zeus die Zukunft des folgenden Tages[1] an, korrelat zu den Hoffnungen des Hektor, morgen die Achäer zu vernichten und der Weisung des Diomedes Ι 706—709, daß die Achäer wieder vor das Lager rücken sollen, Agamemnon an der Spitze. Zeus sagt, Hektor werde nicht eher haltmachen, bis Achilleus sich erhöbe

475 ἤματι τῶι ὅταν οἳ μὲν ἐπὶ πρύμνηιϲι μάχωνται
ϲτείνει ἐν αἰνοτάτωι περὶ Πατρόκλοιο θανόντοϲ.

Das gibt wirklich die Handlung des nächsten Tages an, an dem Patroklos fällt und Achilleus eingreift; aber es gibt sie nur im allgemeinen an, ohne Beziehung auf eine bestimmte Stelle, ja sogar insofern anders, als C 232 die Leiche des Patroklos nicht bei den Schiffen liegt, sondern jenseits des Grabens, von dessem Rande aus Achilleus seinen Schlachtruf ertönen läßt. Aristarch hat auch beanstandet, daß ἤματι τῶι sich nicht gut und wider den gewöhnlichen Gebrauch auf den nächsten Tag bezieht. Hierauf ist zu erwidern, daß Zeus viel größeren Eindruck macht, wenn er in orakelhafter Unbestimmtheit dem Siege Hektors kein Ziel fixiert, vollends nicht so nahe, wie es wirklich war. Und weiter ist zu bedenken, daß der Dichter des Θ, der das C nicht verfaßt hat, auf Hörer rechnet, welche zwar die Geschichte aus dem Epos, sagen wir aus C, im Gedächtnis haben, aber doch im allgemeinen, so daß sie nicht anstoßen, wenn die »fürchterliche Enge« zwischen den Schiffen, in welcher die Achäer von Ν bis Π kämpfen, mit ihren Kämpfen um die Leiche außerhalb des Grabens zusammengezogen wird. Ich halte es also für möglich,

[1] Höchst bemerkenswert, daß Zenodot 470 ἆϲ statt ἠοῦϲ las; Aristarch verwarf es nur als unhomerisch, kannte es also als griechisch, ohne Zweifel böotisch, wie es im Hesych verzeichnet steht. Da hat also ἆ neben ἀώϲ bestanden. Der Epiker hat gewiß hier wie 525 ἠοῦϲ gesagt; aber wie kam in einen Homertext, den der Ephesier Zenodotos zugrunde legte, ein böotischer Provinzialismus?

daß der Dichter des Θ unser C las, d. h., ich halte seine Worte nicht für so schwerwiegend, daß ich auf sie hin eine andere Fassung des C forderte. Wie es in Wirklichkeit war, bleibt zu suchen. Hier genügt, daß das Θ bleibt wie es ist, daß es aber bis auf das Eingreifen des Achilleus hindeutet.

Der Konflikt des Zeus mit den beiden Göttinnen ist dadurch hervorgerufen, daß er ihnen verboten hatte, an dem Kampfe auf Erden teilzunehmen. Also gehört die Eingangsszene des Θ, in der Zeus dieses Verbot erläßt[1], mit dieser späteren Szene zusammen. Also werden wir erwarten, daß auch was dazwischen liegt, dazu gehöre. Und in der Tat zeigt schon die Durchführung einer Doppelhandlung auf dem Olymp und auf Erden den einen Dichter, und die abgerissene Erzählung derselben den Dichter, den wir kennen. Zeus ist vom Olymp auf den Ida gegangen und beobachtet die Schlacht. Bis zum Mittag hat diese ohne Entscheidung hin und her gewogt (Θ 53—68; dies die Partie, die im Hibehpapyrus in breiterer Fassung vorlag); da befragt Zeus das Schicksal. Er setzt zwei κῆρες θανάτοιο, eine für die Troer und eine für die Achäer, in eine Wage; ῥέπε δ' αἴσιμον ἦμαρ Ἀχαιῶν[2]. Was sinkt, ist äußerlich die eine Ker; dafür steht, was sie bedeutet, »der der αἶσα entsprechende Lebenstag«. Zeus vergewissert sich darüber, was geschehen muß; auf das θέσφατον beruft er sich auch 477. Zu seiner Befragung eines Orakels bedient er sich der κῆρες; das sind die Todesdämonen, die wir aus der Poesie, besser noch aus der alten Kunst kennen[3]; sie stehen nicht in einem inneren Verhältnis zu einer Person oder Partei, sondern Zeus gibt ihnen für seine Befragung der Zukunft diese Bedeutung. Der Dichter des Θ hat seine Kerenwägung aus dem X entlehnt, wo Zeus das Schicksal befragt, ob nun Hektor fallen müsse. Da sind es also Todeskeren für die beiden Helden, die um Ilias laufen. Es ist nicht einzusehen, weshalb die Keren schlechter zwei Heere als zwei einzelne Kämpfer bezeichnen sollten; nur

[1] 28—40, eine Widerrede Athenas, der Zeus mit unbegreiflicher Nachsicht antwortet, ist von Aristarch, vielleicht schon von Zenodot, mit Recht ausgesondert. Daß es fast lauter entlehnte Verse sind, schlägt nicht durch, wohl aber die Zerstörung der Wirkung, die sowohl die Drohungen des Zeus, wie das Schweigen der Götter, wie die Fahrt des Zeus auf den Ida macht. Auch ist die Absicht des Interpolators klar: Athena behält sich vor, den Achäern mit Rat zu helfen; das tut Hera 218. Hätte der Dichter dafür eine Entschuldigung nötig befunden, so würde er sie der Hera in den Mund gelegt haben.

[2] 73. 74 hat Aristarch mit Recht entfernt; sie sind unbedacht nach dem verfertigt, was im X steht, aber hier nicht verwendbar war.

[3] In der Fassung des Hibehpapyrus folgten auf 65 die Verse C 535—537, erschien also die Ker in der Schlacht unten dicht vor der himmlischen Szene, in welcher Zeus zwei Keren braucht. Schwerlich war das original, vielmehr kamen einem Rhapsoden durch die Keren die Verse des C ins Gedächtnis.

das ΑἼϹΙΜΟΝ ἮΜΑΡ paßt allein genau auf den einen Helden, der wirklich stirbt, wirklich seiner Ker verfällt. Das beweist aber nur, daß die Entlehnung einer Versreihe auch üble Folgen hat. Eine Psychostasie wäre freilich für zwei Heere nicht denkbar; aber die Umbildung des Aischylos oder seiner epischen Vorlage hat doch weder für das Χ noch für das Θ Bedeutung, und die Sucht der Modernen, die in allem, was kreucht und fleucht, Seelen finden, kann vollends nicht entscheiden. Die metaphysische Spekulation, wie sich die Allmacht des Zeus zu dieser Befragung des Schicksals verhielte, hat die Dichter nicht beunruhigt. Sie wissen, was geschehen ist; weil es geschah, mußte es geschehen, mußte Zeus es nicht nur geschehen lassen, sondern herbeiführen. Aber sie hatten den Zeus so dargestellt, daß ihm leid tat, was er herbeiführen mußte; er liebte den Hektor, und der Dichter des Θ wollte zum Ausdruck bringen, daß er auch die Achäer liebte. Darum erfinden sie etwas, was dem Zeus die Gewißheit gibt, nur hülfe es nichts, er müßte geschehen lassen was geschehen mußte. Damit ist kein blindes Schicksal erfunden, das neben und über den Göttern stünde, sowenig die entsprechenden Auslassungen der Tragiker zu der wahnschaffenen Theorie der Schicksalstragödie Berechtigung geben. In beiden Fällen findet sich der Dichter nur damit ab, daß das, was nun mal eingetreten ist, auch von keinem Götterwillen umgestoßen werden konnte.

Der Dichter des Θ also, nicht ein unvorstellbarer Interpolator, läßt den Zeus, obgleich er die Niederlage der Achäer längst vorauswußte und wollte, doch erst einen halben Tag zögern und dann sich noch erst durch ein Orakel bestätigen, daß es Zeit ist, das Unvermeidliche zu tun. Dann greift er ein; sein Donnern und Blitzen zwingt selbst die vornehmsten Helden zur Flucht: sie handeln unter Zwang, sind also moralisch entschuldigt. Nestor gerät in Gefahr; Dimedes, vom Δ bis zum Ι immer der Hauptheld, rettet ihn nicht nur, sondern tritt dem Hektor entgegen und erschlägt dessen Wagenlenker. So stellt die Kraft des einen Achäerhelden trotz dem von Zeus gesandten Schrecken die Schlacht nicht nur her, sondern er würde die Troer in ihre Stadt gejagt haben wie Schafe in ihre Hürde, wenn nicht Zeus ihm einen Blitz dicht vor den Wagen geschleudert hätte, und auch dann weicht er erst den Mahnungen Nestors, und Zeus muß seinen Donner noch mehrfach wiederholen. Damit bekommt Hektor Oberhand und träumt sich schon an den Schiffen; die will er verbrennen und die Achäer noch heute abend zur Abfahrt zwingen. Die Flucht des Diomedes über den rettenden Graben übergeht der Dichter, indem er eine olympische Szene einlegt; Hera möchte den Poseidon zum Eingreifen bewegen, wird aber abgewiesen. Mittlerweile sind die Achäer

hinter den Graben zurückgedrängt, und Hektor würde die Schiffe verbrannt haben, wenn nicht Hera dem Agamemnon eingegeben hätte, die Seinen zum Widerstande zu mahnen und Zeus um Erbarmen anzuflehen. Damit erzielt er ein günstiges Vogelzeichen, und die Achäer gehen wieder über den Graben, Diomedes voran.

Man soll sich durch manche Anstöße in einzelnen Versen und befremdende Einzelzüge[1] nicht stören lassen, denn sie können die Hauptsache nicht beeinträchtigen. Hier ist überall derselbe Stil, hastig, zuviel fortissimo, im einzelnen unfrei, immer etwas κόλον. Der Parallelismus zwischen Hektor und Diomedes, die beide nur durch das Eingreifen der Götter an dem vollsten Erfolge verhindert werden, ist unverkennbar, ganz wie nachher in den Reden Hektors und Nestors. Wie Hera erst helfen möchte, dann aus der Ferne wirkt, endlich persönlich eingreifen will, das ist berechnete Steigerung. Zeus muß sich freilich einmal umstimmen lassen, damit die Achäer nicht zu stark erliegen: das zeigt aber am meisten, daß er der eigentliche Akteur ist und durch das ganze Buch bleibt; es zeigt auch seine heimliche Neigung für die Achäer. Zu erzählen wußte der Dichter eigentlich nichts; ihm war eben nur das Ziel, Niederlage der Achäer, gegeben, und die Sympathie für diese ließ ihn das Mißgeschick nicht so ausführen, daß einzelne sich unrühmlich betrügen. Wenn die Modernen sich daran stoßen, daß Odysseus auf Nestors Bitten nicht hört (als Folie für Diomedes[2]), so werden die Ionier noch weniger geneigt gewesen sein, neue Geschichten zu hören, die ihre Heroen bloßstellten. So sehen wir diese denn nur dem direkten Zwange des Zeus nachgeben; wo aber eine einzelne Handlung erzählt wird, gereicht sie ihnen zum Ruhme. Das ist hier die Rettung Nestors durch Diomedes; aber gerade diese ist bekanntlich der schönen Szene der kleinen Ilias nachgebildet, die wir durch Pindar (Pyth. 6 mit Scholien) kennen. Also die Abhängigkeit dieses homerischen von einem kyklischen Gedichte steht fest. Wie weit die Entlehnung aus der kleinen Ilias über das Motiv hinausging, können wir nicht sagen; nach der Art des

---

[1] Dazu rechnet man, daß im Lager ein Altar des Zeus πανομφαῖος steht 250; dabei ist nur zu notieren, daß der Dichter aus einer Zeit stammt, die solche Weihungen mit einer besonderen ἐπίκλησις bereits kannte; mit Recht setzt Aristarch ein διπλῆ und erklärt, es wäre eine Singularität und kein Epitheton perpetuum, καθολικόν. Es könnte einen Anhalt für die Heimat des Dichters abgeben, wenn wir die ἐπίκλησις irgendwo fänden. Ähnliches verzeichnet Robert, Myth. 142, z. B. aus Erythrai.

[2] Odysseus ist schon in dem späteren Epos zuweilen mit Gehässigkeit behandelt, was dann die Tragödie aufnimmt, als μαινόμενος, gegenüber Palamedes und Aias, namentlich beim Palladionraub, wo ihm wieder Diomedes gegenübersteht. Es ist wichtig, daraus abzunehmen, daß die Odyssee damals keineswegs kanonisches Ansehen besaß.

Dichters kann sie sich auch auf die Worte erstrecken[1]. Wenn Hektor hier weiß, daß Nestor einen goldenen Schild hat, Diomedes einen Panzer, den Hephaistos gemacht hat, so kann das erste schon dort gestanden haben, der Panzer, den dort Achilleus tragen mußte, auf Diomedes übertragen sein; aber was ist auch Wunderbares daran, wenn der Dichter des Θ selbst so etwas erfunden haben sollte? Freude hat er an den Rossen; er stellt die troischen, die Diomedes tags zuvor in Ε erbeutet hat, über die des Nestor: die Bedeutung des Νηλήιοι ἵπποι[2] ist vergessen. Auch die troischen Rosse Hektors werden hier und nur hier besonders hervorgehoben, und das Seltsame berichtet, daß sie von Andromache Weizen und Wein vorgesetzt erhielten. Athetese schiebt es nur auf einen anderen Unbekannten. Weizen ist bereits Übertragung menschlicher Nahrung, denn Pferde bekommen Gerste, auch hier 564; Weizen findet sich aber auch Κ 569. Davon ist der Wein eine Steigerung, die der Verfasser sich erlaubt hat, da ja die göttlichen Pferde auch ἀμβρόσιον εἶδαρ erhalten (Ε 369, Ν 35); die des Thrakers Diomedes fraßen Fleisch. Dagegen haben die Grammatiker wohl mit Recht die Eigennamen der vier Pferde Hektors als Zusatz eines Rhapsoden entfernt, der die folgenden Duale nicht mehr verstand und ein Viergespann nach der Sitte seiner Zeit einführte. Auch die Form, zumal des σύ, haben sie mit Recht beanstandet, und was will das Flickwort δῖε in dem Verse

Ξάνθε τε καὶ σὺ Πόδαργε καὶ Αἴθων Λάμπε τε δῖε.

Alle Namen sind geborgt, λάμπος aus der Odyssee, und zwar einem ihrer allerspätesten Zusätze ψ 216; daß zwar die Morgenröte ein Pferd »Licht« haben kann, aber kein Mensch, hat der Rhapsode nicht gefühlt[3].

---

[1] Nestors Diener Eurymedon, der hier 114 als bekannt neben Sthenelos (nach Ε) eingeführt wird, mag eher daher stammen als aus Λ 620, das ihn als bekannte Figur verwendet.

[2] Stammend von Poseidon oder vom mitleidlosen Herrn der Unterwelt, was dasselbe ist. Panionion[2] 29.

[3] Robert (Mél. Perrot 305) hat den Vers retten wollen, weil eine korinthische Vase die Pferde, welche homerische Heroen reiten, Ὀρίων Ξάνθος Βάλιος Πόδαργος Αἴθων nennt. Davon kommen drei Namen im Θ vor, Βάλιος im Τ, Ἀρίων im Ψ. Die drei Gedichte soll also der Maler gebraucht haben. Aber wenn er doch Τ und Ψ brauchte, so hatte er daneben Θ nicht nötig, da Ξάνθος neben Βάλιος auch im Τ, Πόδαργος neben Αἴθη auch im Ψ 295 steht. Die einzige besondere Berührung zwischen der Vase und dem Θ liegt darin, daß beide statt der Stute Αἴθη den Hengst Αἴθων einführen; aber die Malerei gibt immer Hengste, da mußte das Geschlecht gewechselt werden. Das schlägt also nicht durch. Und wenn verschiedene Helden auf diesen Hengsten reiten, so ist die Erinnerung an die homerischen Verse bei dem Maler überhaupt ganz schwach; an das Viergespann Hektors kann er, bewußt wenigstens, unmöglich gedacht haben.

Eigentlich war das Ziel, das dem Dichter gestellt war, schon 212[1] erreicht, denn die Achäer sind schon da in derselben Lage wie 345 und im Ι. Aber einmal forderte sein Streben nach Parallelismus, daß auch Hektor beinahe über das, was Zeus ihm beschieden hatte, hinausging, und dann fühlte er, daß der Schlachttag noch nicht voll genug war. Daher stimmen die Bitten des Agamemnon[2] den Zeus um, so daß er den Achäern Mut zu einem Vorstoße verleiht. Die Aufzählung ihrer Führer wird ärmlich aus Η geborgt (Θ 262—265 = Η 164—168). Diese bleiben aber untätig, was nur durch die Verwendung fremder Verse erklärlich wird. Dagegen folgt die Aristie des Teukros 267—334, ein ganz frisches, vorzügliches Stück, dessen Überlegenheit gegenüber dem übrigen Θ jedermann ins Auge springt. Die fremden Verse verschwinden nicht nur, sondern 331—334 sind hier ursprünglich, im Ν 420—423 entlehnt, aber von einem Interpolator, also aus Θ selbst[3]. Das Mißverhältnis innerhalb des Θ fordert Erklärung, findet sie aber nunmehr leicht, wo wir wissen, daß dieser Dichter ja die Litai und die Dolonie in sein Werk aufgenommen hat: er hat einfach eine Aristie des Teukros aus einer älteren Dichtung hergesetzt, weil sie ihm paßte. Sobald Hektors Steinwurf den Teukros kampfunfähig gemacht hat, hört die frische Farbe der Poesie auf. Der Dichter des Θ konnte eben die Fortsetzung nicht brauchen, da half er sich, so gut er konnte: flugs gibt Zeus den Troern wieder Sieg, und die

---

[1] 213 ist ein schwerer Vers; τῶν δ' ὅσον ἐκ νηῶν ἀπὸ πύργου τάφρος ἔεργε πλῆθεν ist die παράδοσις, und so las Aristarch; die Variante ἔρυκε, Π 369, ist wertlos. Aber das ἀπό bleibt unerklärlich. Zenodot wird also mit ἐκ νηῶν καὶ πύργου recht haben. Die Achäer sind, wie auch die alten Erklärer wollen, zwischen Graben und Befestigung zusammengedrängt. Dieser Raum, den wir uns so breit denken können, wie dem Dichter beliebt, wird bezeichnet als »das, was der Graben von der Seite der Schiffe und der Befestigung her abgrenzte«. πύργος kollektiv steht Ζ 262, aber auch Χ 462 u. ö.

[2] Bei der Ermahnung an sein Heer hält er πορφύρεον μέγα φᾶρος in der Hand; das verstehen wir so wenig wie die Grammatiker, deren Bemerkungen in den Scholien stehen. Wie man von einer Fahne reden kann, ist mir unverständlich. Er mag wohl winken, daß sie zu ihm kommen und hören; aber wer hat eine Analogie?

[3] Man kann dem Dichter des Ν nicht zutrauen, daß er einen Mann in die Leber geschossen werden und sofort sterben läßt, um ihn dann von zwei Kameraden aus der Schlacht führen zu lassen und dabei stöhnen. Es ist ein arger Mißgriff Aristarchs, das Stöhnen auf die Träger durch Konjektur zu übertragen; er kann an das Θ gar nicht gedacht haben. Leaf verwirft nur einen Vers, 417, zuviel. Denn auf die Trotzrede des Deiphobos folgt angemessen

417 ὣς ἔφατ', Ἀργείοισι δ' ἄχος γένετ' εὐξαμένοιο.
424 Ἰδομενεὺς δ' οὐ λῆγε μένος μέγα.

Dazwischen ließ ein Rhapsode unbedacht den Antilochos für seinen Kameraden so sorgen, wie er es aus dem Θ von Aias im Gedächtnis hatte. Dabei vergaß er, daß der Verwundete hier schon tot war, und daß Antilochos eben mit Beutepferden zurückgegangen war, 400.

Achäer werden auf den Graben zurückgeworfen (335). Solange Teukros agiert, ist die Erzählung voll von Namen, auch Fremdnamen[1], die nicht so leicht aus dem Handgelenk erfunden werden. Apollon greift zum Schutze Hektors ein (311): diese Hilfe hätte der Dichter des Θ selbst ganz anders behandeln müssen. Hier zerschmettert Hektor dem Teukros die Sehne des Bogens und lähmt seine Hand; im O 469 reißt dem Teukros, als er auf Hektor schießen will, die Sehne. Unabhängig werden die beiden Szenen nicht sein; aber ich finde direkte Nachahmung auf keiner Seite[2]. Hektor verliert hier seinen Wagenlenker und ersetzt ihn durch Kebriones, der diese Rolle in den folgenden Teilen der Ilias bis zu seinem Tode durch Patroklos innehat. Damit ist die Szene vor den Kämpfen Λ—Π zeitlich festgelegt; aber wir sind nicht imstande zu ermitteln, ob nicht der Name des Kebriones erst von dem Dichter von Θ eingesetzt ist, der doch alle seine Vorlagen, indem er sie aufnahm, für seine Zwecke nach Gutdünken formen konnte. Jedenfalls hat er nach dem Vorbilde der

---

[1] Insbesondere ist Γοργυθίων, Sohn des Priamos von Kastianeira oder Kassiopeia aus Aisyme, schwerlich eine Improvisation. Ob Αἰσύμη die thrakische Stadt ist, die als thasischer Besitz Οἰσύμη heißt, hängt an der Verläßlichkeit unserer grammatischen Tradition, deren Gewährsmänner nicht erhalten sind. Ich möchte dem trauen. Γοργυθίων erinnert an die Γέργιθες der Troas, die als Ureinwohner in äolischer und ionischer Gegend vorkommen. Er paßt also gut neben Kebriones, das zu Kebren gehört; die Stadt des Inneren würde befremden, wenn nicht dort, wie in Skepsis, eine sehr alte griechische Kolonie gewesen wäre, Herodotvita Homers 20, sehr alt, das will sagen: achtes Jahrhundert.

[2] Teukros, Telamons Sohn, Bruder des Aias, ist kein Bastard bei Homer, wie die Alten wußten. Daß er es hier wäre, ist eine kritiklose Behauptung der Modernen, da 289 bei Zenodot fehlte, und wie klappt hinter »mach deinem Vater Ehre, der deine Kindheit ernährt hat« der Vers nach »und dich, obwohl du ein Bastard warst, in seinem Hause aufzog«; mindestens würde das Pronomen σε nicht wiederholt sein. Teukros fehlt Β—Η, Λ, und von Π ab, außer den Athla; dann gehört noch Μ 336 der späten lykischen Eindichtung an, d. h. Teukros kommt nur bei dem Kampf um die Schiffe vor. Er allein zeigt durch seinen Namen, daß der Stamm der Teukrer zur Zeit oder vor der Zeit der Dichter bestand; der Eigenname ist Volksname wie Epeios, über den Herm. XL 175. Also wird ihn Telamon schon mit einem fremden Weibe erzeugt haben, ohne daß er darum νόθος zu sein brauchte; der Name Ἡσιόνη ist in Wahrheit nur die Asiatin, zu den Ἡσιονῆες gehörig; der Spiritus ist wie sooft sekundär und unverbindlich. Wir wissen nicht, wo Telamon, d. h. Aias, zu Hause war, nur natürlich nicht in dem Aianteion, das in hellenistischer Zeit ein Dorf an seinem fiktiven Grabe war. Neben Aias steht sein Namensvetter, der Sohn des Ϝιλεύς oder Ὀϊλεύς, den man kaum von Ϝίλιος trennen kann; seine Benennung Ὀϊλῆος ταχὺς υἱός widerspricht der homerischen und auch der späteren Terminologie (W. Meyer, *de Homeri patronymicis* 23, Göttingen 07). Lokrer ist er nur Ν 712, denn der Schiffskatalog hängt davon ab; das ist eine absonderliche Stelle, da der Telamonier wider seine sonstige Art ein König mit stattlichem Gefolge ist. Es wirken also verschiedene verschollene Sagen nach, deren Niederschlag andererseits die hesiodischen Geschichten sind. Die beiden Aias zu identifizieren, halte ich für eine Ungeheuerlichkeit; eher kann der »Teukrer« von dem ilischen Aias abzuleiten sein, nachdem dieser ein Lokrer geworden war.

Teukrosszene vorher einen andern Wagenlenker[1] dem Hektor durch Diomedes erschlagen lassen; man sieht, Erfindsamkeit in neuen Motiven der Erzählung ist ebensowenig seine Stärke wie Eigentümlichkeit der sprachlichen Formengebung. Auch die olympische Szene des Eingangs hat er dem Eingange des Δ, die Fahrt der Göttinnen dem Ε nachgebildet, was wohl keiner Ausführung bedarf.

Das Θ beginnt mit einer Versammlung der Götter, die Zeus beruft; wer seine Befehle hört, wird entscheidende Ereignisse auf Erden erwarten, wie sie denn auch eintreten. Unmittelbar vorher, am Schlusse des Η, setzt Zeus die Troer und Achäer die ganze Nacht durch Donner in Schrecken: das gehört offenbar zusammen, bewirkt auch bei dem Hörer den Eindruck, daß Zeus nun furchtbar eingreifen wird. Mit andern Worten: der Schluß des Η läßt sich vom Θ nicht trennen. Sehen wir zu, wie weit zurück dieser Zusammenhang reicht.

Η 344 wird mit demselben Verse wie Θ 489 eine Versammlung der Troer eingeleitet. Sie heißt δεινὴ τετρηχυῖα; es gab also starke Aufregung und Lärm. Das wird indessen nicht ausgeführt, sondern nur eine Rede des Antenor mitgeteilt, der mit Hinsicht auf den vor dem Zweikampfe des Alexandros und Menelaos im Γ geschwornen Vertrag die Auslieferung der Helene und ihrer Schätze fordert. Alexandros weist das erste brüsk ab, erklärt sich aber zu dem anderen bereit. Priamos entscheidet

νῦν μὲν δόρπον ἕλεσθε κατὰ πτόλιν ὡς τὸ πάρος περ
καὶ φυλακῆς μνήσασθε καὶ ἐγρήγορθε ἕκαστοι[2],
ἠῶθεν δ' Ἰδαῖος ἴτω κοίλας ἐπὶ νῆας.

Auch hier ist die Ähnlichkeit mit Hektors Rede im Θ klar, die Gegenüberstellung des νῦν μέν und ἠῶθεν, die sehr angebrachte Sorge für das Nachtessen der Truppen und für die Sicherheit der Stadt. Priamos ist freilich ein ziemlich machtloser König und Vater, denn er entscheidet nach dem Willen seines Sohnes; aber der Dichter belobt ausdrücklich seine Weisheit und seine gute Gesinnung. Wenn wir die τετρηχυῖα ἀγορή in Betracht ziehen und die Gesinnung der Troer, die uns gleich Idaios verraten wird, so zeigt sich das darin,

---

[1] Sehr seltsam ist, daß Zenodot den Mann, der ihn ersetzt und später von Teukros erschossen wird, 128 Ἐρασιπτόλεμος genannt hat, 312 Ἀρχεπτόλεμος. Doch wohl nur Variante in einem gleichgültigen Namen. Den ersten Wagenlenker nennt der Dichter υἱὸν ὑπερθύμου Θηβαίου Ἠνιοπῆα; man darf wenigstens fragen, ob die παράδοσις mit dieser Auffassung der Stelle recht hat und nicht etwa Eniopeus Sohn des Hyperthymos aus Theben war.

[2] Das ist leicht umgeformt nach Σ 298. 299, woraus nur folgt, daß auch jene Szene, der Konflikt zwischen Polydamas und Hektor, dem Nachdichter vorlag, was nicht wunderbar ist, da er ja Χ kennt, das jenen Konflikt ebenfalls voraussetzt.

daß Priamos die Diskussion abschneidet, wozu die Aufforderung, jetzt zu tun, was der Moment erheischt, geeignet ist. Zuzugeben ist nur, daß der Dichter alles ganz kurz abtut und von der erregten Debatte keine Vorstellung gibt — seine Erzählung verleugnet ihr κόλον nicht.

Idaios soll also den Achäern den Antrag des Alexandros übermitteln; auf Annahme rechnet Priamos schwerlich, da er zugleich Waffenstillstand zur Bestattung der Gefallenen beantragen läßt. Idaios geht denn auch am andern Tage zu den Achäern und findet sie bei dem Schiffe Agamemnons versammelt. Eine Unterscheidung von Rats- und Volksversammlung wie im Ι war hier nicht notwendig, aber nichts hindert, die Fürsten bei dem Heerkönige zu denken wie dort, zumal wenn derselbe Dichter alles gemacht hat. Ihm war es, da er eilte, bequem, die Danaer versammelt sein zu lassen, statt Idaios vor Agamemnon zu führen, der dann doch den Rat zusammenrufen mußte. In der Rede ist schon dem Demokrit aufgefallen, daß der Herold angesichts des Feindes den Alexandros verflucht (390), was dann andere durch ein a parte Reden zu vermeiden versuchten. Er gesteht auch zu, daß die Troer für die Auslieferung Helenas wären (393), was ausdrücklich nicht berichtet war. Offenbar wollte der Dichter seine kurze Erzählung ergänzen. Die Ablehnung geschieht durch Diomedes, durchaus in Formen, die wir kennen; Agamemnon formuliert das nur und gesteht den Waffenstillstand zu. Die beiden Versammlungen sind wieder ganz symmetrisch komponiert. Nun tadelt man, daß niemand sagt »ihr Troer habt ja euren Eid gebrochen; wir verlangen unser gutes Recht, und wenn ihr uns das weigert, wird Zeus euch strafen«. Gewiß, so konnte es der Dichter machen, und wenn er zwar die Troer, aber nicht die Achäer an den Eidbruch erinnern läßt, so erkennen wir, daß er sehr eilfertig war; am Ende durfte er aber doch damit rechnen, daß weder Götter noch Menschen in der Ilias weiter von dem Eidbruche Notiz nehmen. Wer Erzählungen, die unter verschiedenen Voraussetzungen gedichtet sind, miteinander verbindet, wird nicht vermeiden, bald mehr hier, bald mehr dorthin gezogen zu werden. Die Stimmung der Troer gegen Alexandros ließ sich leicht aus dem Γ ableiten; dasselbe lieferte auch den Antenor als Sprecher, doch kann hier leicht die nachhomerische Poesie noch Unkontrollierbares beigesteuert haben, deren Benutzung im Θ erwiesen ist; in ihr ging der Gegensatz der Antenoriden fast bis zum Verrate. Vielleicht ist auch die Bestattung der Gefallenen aus den Kyprien genommen, in deren Auszuge die νεκρῶν ἀναίρεσις hinter der Landungsschlacht erwähnt wird; doch das ist nicht auszumachen; bleibe denn dies Eigentum des Dichters.

Die Bestattung wird an dem nämlichen Tage vollzogen. Die Leichen werden auf dem Schlachtfelde verbrannt; wenigstens die Troer sind damit ganz zufrieden und verlangen nicht nach τύμβος τε στήλη τε, sehen also von diesem γέρας θανόντων ab. Auch Holz beschaffen sich beide Teile an demselben Tage bequem: das findet sich hier so leicht wie Θ 547 zum Abkochen der 50000 Troer. Es ist ganz anders als im Ψ, wo eine große Expedition ins Gebirge geht, Holz für den einen Patroklos zu fällen, aber wenigstens am Abend zurückkommt; im Ω muß für die Bestattung Hektors ein Waffenstillstand von 12 Tagen ausgemacht werden, und wird die Entfernung des Idagebirges ausdrücklich hervorgehoben (602): da allein ist eine klare Vorstellung von der wirklichen Lage von Ilios zum Ida vorhanden.

433 wird, ohne daß der Eintritt der Nacht, die auf den Sonnenaufgang 421 folgte, angegeben würde, die Zeit kurz vor Tagesanbruch bezeichnet; dann machen die Achäer einen Grabhügel und lehnen an ihn eine Befestigung mit ihren Türmen und Toren. Darüber wundern sich die Götter im Himmel, Poseidon namentlich ist erbost, weil das ein schöneres Werk werden würde als die Mauern von Ilios, die er mit Apollon gemacht hätte. Aber Zeus tröstet ihn; er könnte diese Befestigung ja später vernichten. Nun wird es Abend; die Mauer ist fertig; die Achäer werden sehr vergnügt, weil gerade ein Weinschiff aus Lemnos eingelaufen ist, und zechen die Nacht hindurch, die Troer ebenso; aber Zeus erschreckt sie (beide Parteien) durch Donner usw. Mit dem Θ beginnt der fürchterliche Tag, der in unserer Ilias bis zum C dauert. Es ist doch wohl ein löblicher Einfall, ihm die friedliche Szene der Bestattung und den lustigen Abend vorauszuschicken. Beides ist wenig heroisch-homerisch, wird aber um so mehr dem Leben des Dichters und seiner Zeit entsprochen haben. Wer jemals im Felde oder auch im Manöver das Eintreffen eines unerwarteten Marketenders erlebt hat, der freut sich an der zutreffenden Schilderung, wie die Soldaten sich um jeden Preis ein Maß Wein erhandeln, und wenn's eine erbeutete Kuh oder einen Kriegsgefangenen kostet. Die Grammatiker haben einen falschen Maßstab angelegt, wenn sie die ἀνδράποδα als unhomerisch ausgeworfen haben, oder vielmehr der Dichter sagte noch ἀνδράπους ὡς κραταίπους. Jung ist alles innerhalb der Ilias, gewiß, aber das ist nicht nur diese Szene, sondern alles, was dieser Dichter verfaßt hat. Davon zeugt auch der Sohn Iasons, Euneos, der den Wein aus Lemnos schickt: eingeführt hat ihn offenbar derselbe Dichter, der Θ 230 davon weiß, daß die Achäer auf dem Zuge nach Ilios auf Lemnos haltgemacht haben[1].

[1] Dieser Aufenthalt in Lemnos wird dem entsprechen, den die Kyprien nach Tenedos verlegten. Ihnen wird das von wilden Tyrsenern besetzte Lemnos nicht mehr

Das Gespräch im Himmel, das die Zerstörung der Mauer in Aussicht nimmt, deckt sich inhaltlich mit dem Eingange des M, borgt auch von dort zwei Verse (H 462. 463 nach M 31. 32). Es ist begreiflich, daß Zenodot mit der Athetese der himmlischen Szene bei seinen Nachfolgern Beifall fand, denn in der einen Ilias ist die Dublette nicht gut zu ertragen. Daraus folgt noch nicht, daß wir so urteilen müßten. Wir rechnen natürlich mit der Möglichkeit, daß die parallelen Stücke in zwei selbständigen Gedichten standen. Und so wie Zenodot sie vorgeschlagen hat, kann die Athetese nicht richtig sein. Das bemerkt ein kluges T Scholion 464, indem es darauf hinweist, daß

442 ὣς οἳ μὲν πονέοντο κάρη κομόωντες Ἀχαιοί·
465 δύσετο δ' ἠέλιος, τετέλεστο δὲ ἔργον Ἀχαιῶν

nicht anschließen können. Sehr richtig; aber damit ist nur von einer Seite gezeigt, was sowieso nicht verkannt werden sollte, daß die Rede der Götter über die Mauer mit dem Mauerbau selbst zusammen steht oder fällt. Und sie fällt. Mich dünkt, ein anderer Anschluß lehrt es.

432 ἐν δὲ πυρὶ πρήσαντες ἔβαν κοίλας ἐπὶ νῆας,
466 βουφόνεον δὲ κατὰ κλισίας καὶ δόρπον ἕλοντο.

Damit ist das unerträgliche Übergehen einer ganzen Nacht beseitigt. Erst jetzt essen die Troer 477 an demselben Abend nach ihrer Tagesarbeit; so wie überliefert ist, sind sie dem Dichter für einen vollen Tag ganz entfallen. Bestätigung gibt eine andere Versreihe, die mit dem Mauerbau zusammenhängt und ihn mit sich in die Verwerfung zieht, 322—344. Da wird erzählt, daß Agamemnon die Fürsten nach dem Siege des Aias in sein Zelt zum Mahle ladet und dem Sieger ein Ehrenstück des Bratens gibt, ein untadelhafter Abschluß des Gedichtes vom Zweikampfe des Aias und Hektor[1]. Da setzt nun dies

angemessen erschienen sein. Wenn dort ein Iasonsohn herrscht, so setzt das die hellenische Ansiedelung voraus, die durch das Λήμνιον κακόν vertrieben ward. Als Iason zu Hypsipyle, der Herrin der hohen Pforte, kam, war die Insel eigentlich so mythisch wie die der Kirke und Kalypso. Vgl. Gött. Nachr. 95, 231 (Hephaistos), Griech. Trag. III 169.

[1] Lachmann hat das Siegesmahl verworfen, und sagt, es würde mit lauter entlehnten Versen erzählt. Aber das Schlachten und Braten erscheint uns nur trivial, weil wir es öfter lesen; das geschieht in notorisch späten Stücken, der Fahrt nach Chryse A 465—468, der Eberjagd des τ 422—425; auch wenn H 321 als Ξ 437 wiederkehrt, so borgt die Odyssee. Wirklich anstößig ist nur der doppelte Dativ 314, τοῖσι δὲ βοῦν ἱέρευσε --- ὑπερμενέι Κρονίωνι. Aber da ist eben B 402. 403 die Vorlage, und aus ihr hat nicht der Dichter, sondern ein Rhapsode, den die Wiederholung verführte, 403 als 315 eingeschwärzt. Nur im B hatte Agamemnon Veranlassung, dem Zeus zu opfern. Der Schmaus schließt das Gedicht vom Zweikampfe des Aias und Hektor vortrefflich ab, eine anmutige Improvisation ohne sagenhaften Gehalt. Den Versuch von W. Deecke, *De Aiacis et Hectoris certamine singulari*, Göttingen 1906, der verschiedene Parallelgedichte darin unterscheiden will, kann ich nicht billigen, ob-

unechte Stück ein. Nestor schlägt vor, am andern Tage nicht zu fechten, sondern die Toten zu bestatten, dicht am Lager, damit später die Gebeine nach Hause mitgenommen werden könnten, und dann sollte auch eine Mauer erbaut werden (die Verse sind dieselben wie bei der Ausführung), damit die Troer nicht in das Lager eindringen könnten. Von diesen Versen kann der Teil nicht ertragen werden, der sich auf die Bestattung bezieht, denn hier klingt es so, als stünde es in der Macht der Achäer, ob sie kämpfen wollten oder nicht; die Feinde bleiben außer Betracht. Nachher aber wird erst ein Waffenstillstand geschlossen, und es geht die Anregung von den Troern aus: hier von den Achäern. Das kann nicht derselbe Mensch nebeneinandergestellt haben. Mit der Bestattung ist aber der Mauerbau unlösbar verbunden, so daß das Ganze fallen muß, denn nur wenn wir wissen, daß die Befestigung geplant war, kann sie wie etwas Selbstverständliches im Anschluß an die Bestattung erzählt werden. Es hat also erst ein späterer Rhapsode den berechtigten Anstoß genommen, daß die Mauer des Μ in den Kämpfen der ersten Schlachttage nicht vorhanden war, und dem durch seinen Zusatz abgeholfen; die Mittel lieferte ihm die Erfindung des Μ. Er hat aber noch etwas zugefügt, wodurch er sich mit der Sitte der homerischen Gedichte in den grellsten Widerspruch setzte, woran denn auch sehr viele Kritiker den späten Ursprung der Verse erkannt haben: die Beisetzung der Gebeine soll nur provisorisch sein, damit sie später in die Heimat überführt werden könnten. Das ist erst entstanden, als im Mutterlande die Gräber der vor Troia gefallenen Achäer gezeigt wurden, wie das für einzelne Helden die Epigramme des Peplos voraussetzen; das ist immer noch etwas anderes als dieses πολυάνδριον, wie es die Scholien 335 geradezu nennen. Aber gerade ein solches war in Argos vorhanden (Pausan. II 20, 6, der es ein Kenotaph nennt)[1]. Erst im Mutterlande kann der Zusatz entstanden sein, einer der spätesten in der Ilias und sicherlich kein athenischer, denn dort gab es kein entsprechendes Monument.

Aber war nicht der Dichter des Θ selbst genötigt, die Mauer bauen zu lassen, da er sie doch Ι 67 nennt, obwohl Κ, das er vorbereitet, nichts von ihr sagt, und abgesehen von Θ 213 seinen Hektor 177 rufen läßt »da haben die Toren sich Mauern gebaut, die zu nichts taugen; mich werden sie nicht aufhalten, und meine Rosse wer-

---

wohl das konsequente Denken des Verfassers Anerkennung verdient. Der Maßstab der Beurteilung ist von außen an die Dichtung herangebracht und läßt es sie entgelten, daß sie ihm nicht genügt.

[1] Wenn Aischylos Ag. 441 davon redet, daß von den Helden nur die Waffen und die Asche heimkehre, so braucht man an keine Gelehrsamkeit zu denken; der Dichter folgt der Sitte seiner Zeit.

den leicht über den Graben springen«. Ist das nicht eine Beziehung auf den Bau im H? Es kann so aussehen; aber notwendig ist es nicht. Man denke sich einmal HΘ fort, so daß der erste Schlachttag sich in der Ebene und vor der Burg Ilios abspielt, dann Λ folgt und M mit der Angabe einsetzt »nun hielt auch Graben und Mauer nicht mehr, die sich die Achäer gemacht hatten«. Dann erfahren wir hier zuerst etwas von der Befestigung, ertragen das aber leicht, weil wir uns sagen, daß bisher die Schlacht eben weiter landeinwärts gefochten ward, und Graben und Mauer beim Ausrücken der Achäer nicht erwähnt zu werden brauchten. Nun kommt ein Nachdichter, der das, was in Wahrheit M neu einführt, als gegeben mitrechnet: er wird nicht nur Graben (den er auch in K fand) und Mauer erwähnen, sondern von dem Motive Gebrauch machen dürfen, daß Hektor die Mauer höhnt, als er sie zuerst anzugreifen in die Lage kommt. Gewiß ist dadurch für den, der nun das Ganze übersieht, die Diskrepanz gesteigert; darum ist auch bald ein Rhapsode gekommen, der sie durch die Einfügung des Mauerbaus zu beseitigen versuchte, wobei er wieder andere Anstöße hervorrief. Wenn er die Befestigung sich an den Grabhügel lehnen läßt 435, so ist das eine seltsame Vorstellung; und wenn wir hören, daß die Götter die Zerstörung der Befestigung vorhaben, die demnach jetzt spurlos verschwunden ist, so liegt es nahe zu fragen, ob das von dem Grabhügel auch gilt. Man könnte denken, der Verfasser kannte einen Hügel am Hellespont, wie deren jetzt viele dastehen, und lokalisierte die verschwundene Befestigung durch diesen. Aber das läßt sich schwerlich zur Evidenz bringen.

Der Dichter von Θ steigert die Masse der Kämpfenden ins Ungemessene; die 50000 lagern am Flusse seitlich von der Ebene zwischen Stadt und Lager, so daß Gefahr ist, die Achäer könnten unbemerkt die Stadt überfallen. Deren Entfernung ist dabei ganz gering, wie der Marsch des Idaios lehrt, der zwischen Dämmerung und Sonnenaufgang hin und her geht, H 381. 421. Auch durch die Gefahr eines Überfalls der Stadt, während das Heer am Flusse lagert, rückt Ilios näher an das Meer, als es wirklich liegt. Der Fluß geht in einiger Entfernung vom Lager ins Meer, und die Stadt liegt auf demselben Ufer. Keine Möglichkeit, daß die Heere bei dem Kampfe, der bald bis an die Mauern der Stadt, bald bis an den Graben vor den Schiffen dringt, einen Fluß zu passieren hätten; aber die Furt, von der im Ξ und Ω die Rede ist, existiert ja auch nur da: es ist unverzeihliche Willkür, sie anderswo einzuschwärzen. Wer sich eine Karte ansieht, die den gegenwärtigen Zustand oder den der Zeit des Strabon-Demetrios gibt, findet denselben Lauf des Skamandros. Der Dichter hat also im allgemeinen die Vorstellung von dem Gelände, die eine Fahrt

durch den Hellespont gibt, aber nur die allgemeinsten Grundzüge sind ihm gegeben, mit den Entfernungen und Größenverhältnissen schaltet er frei; auch hier wird er allein von den Gedichten abhängen, die ihm vorlagen.

Er ist ein Spätling, abhängig nicht nur von den anderen Teilen der Ilias, sondern auch von der kleinen Ilias, vielleicht den Kyprien; wie mich dünkt und z. B. auch von Robert angenommen wird, nimmt er auch auf die Theogonie des Hesiodos Rücksicht, durch den die Lage von Himmel, Erde und Tartaros und die Bestrafung der Titanen populär gemacht sind[1]. Älter als das siebente Jahrhundert kann ein solches Gedicht nicht sein; dieser Homer ist wirklich ein Zeitgenosse des Archilochos und Terpandros gewesen, wie Theopompos den Homer angesetzt hat. Dazu stimmt die sprachliche Form. Ich zähle die vielen jungen Vokabeln und Konstruktionen nicht auf, die sich über diese ganze Partie hinziehen und zu zahllosen Versuchen geführt haben, die normale homerische Form mehr oder minder gewaltsam durch-

---

[1] Von den Stellen, die Rzach unter seinem Hesiodtexte aus HΘ notiert, ist von Bedeutung nur Theog. 720 ff. Sie muß aber erst in Ordnung gebracht werden. Überliefert ist in D (Besseres haben wir hier nicht)

720 τόσσον ἔνερθ' ὑπὸ γῆς ὅσον οὐρανός ἐστ' ἀπὸ γαίης
721 τόσσον γάρ τ' ἀπὸ γῆς ἐς τάρταρον ἠερόεντα
722 ἐννέα γὰρ νύκτας τε καὶ ἤματα χάλκεος ἄκμων
725 ἐκ γαίης κατιὼν δεκάτηι ἐς τάρταρον ἵκοι.

Dazu steht am Rande vor

723 οὐρανόθεν κατιὼν δεκάτηι [δ'] ἐς γαῖαν ἵκοιτο
ἶσον δ' αὖτ' ἀπὸ γῆς ἐς τάρταρον ἠερόεντα.
724 ἐννέα δ' αὖ νύκτας τε καὶ ἤματα χάλκεος ἄκμων

Es ist klar, daß 723. 24 durch Schreiberversehen ausgelassen sind, in einer Anzahl der geringeren Handschriften stehen sie an ihrem Platze, und so bezeugt sie der Aratkommentar S. 319. Ebenso klar ist, daß der zwischengestellte Vers Variante zu 721 ist; die geringen Handschriften lassen ihn weg, einzelne aber haben aus ihm δ' αὖ, eine auch ἶσον 721 aufgenommen. 721 ist nun an seinem Orte unerträglich, wird daher auf Ruhnkens Mahnung gestrichen. Was ist er aber, was will er? Er ist eine Variante zu 724. 25. Die beiden Fassungen besagen »so weit unter der Erde wie der Himmel von der Erde entfernt ist, denn ein Ambos fliegt vom Himmel neun Tage und kommt am zehnten auf die Erde«, dann folgt a) und neun Tage fliegt ein Ambos von der Erde und kommt am zehnten in den Tartaros; b) und eben so weit (ἶσον δ' αὖτε) ist es von der Erde zum Tartaros. Da beides gut ist, kann man wählen; ich hatte mich schon früher für die kürzere Fassung entschieden, und nun scheint mir Θ durchzuschlagen. Da steht nicht nur 16 τόσσον ἔνερθ' Ἀΐδεω ὅσον οὐρανός ἐστ' ἀπὸ γαίης, sondern auch 13 ἐς τάρταρον ἠερόεντα: das fand der Dichter also in seiner Vorlage, und daß er der spätere ist, zeigt schon die Steigerung, daß er den Tartaros noch unterhalb des Hades ansetzt. Sein Vers 15 stammt aus Theog. 811: er las also diese Schilderung des Urgrundes, nicht die jetzt nicht ohne Schein bevorzugte Parallelfassung 736 ff. Nach dieser Stelle sind die übrigen Übereinstimmungen Hesiods mit der Eindichtung der Ilias zu beurteilen. Übrigens finden sich mit Ι bei Hesiodos, ganz späte Stücke abgerechnet, gar keine nennenswerten Berührungen, wohl aber mit Κ.

zuführen. Das gelingt ja doch nicht; sprachlich ist die Ilias gerade so wenig eine Einheit wie inhaltlich, und die Normalisierung, die von den Rhapsoden allmählich vorgenommen ist, schadet am Ende weniger als alle späteren Versuche gleicher Art. Da der Dichter so sehr viel fremde Verse herübergenommen hat, erscheinen hier und da alte Sprachformen wie ἐπιδημίοο, während er selbst ἧους Ἀχαιοῖς ἀθλεῖν sagt. Neologismen wie ἀμφὶ νεκροῖσι für περὶ τῶν νεκρῶν Η 408 sind am bezeichnendsten. Mich dünkt, wenn man ihn als das nimmt, was er ist, einen Rhapsoden des siebenten Jahrhunderts, einen Vertreter der letzten Phase der heroischen Epik Ioniens (im Mutterlande blühte sie noch bis an die Perserkriege), wird er auch sprachlich erst verständlich und damit auch interessant. Und daß die Ilias ein nachhesiodisches Stück enthält, ist höchst merkwürdig; ich kann auch in der Odyssee ein solches Stück zeigen.

Es hat sich ergeben, daß die Eindichtung Η 345 beginnt; wenn wir die Interpolation 323—344 fortdenken, schließt sie untadelhaft an Η 332 an; aber das Gedicht vom Zweikampfe des Aias und Hektor ist nicht mehr von dem Dichter des Θ, der es vielmehr ausschreibt (Θ 262 ff. = Η 164 ff.); auch den verschiedenen Stil wird nicht leicht jemand verkennen. Man könnte also höchstens denken, dieser hätte Η ebenso in sein Epos aufgenommen wie Ι und Κ, was dann mindestens für Β—Η gelten müßte, da diese ja zusammenhängen und alle in Η Θ Ι benutzt sind. Indessen findet sich in ihnen nirgend ein Verbindungsstück von dem nun wohl hinlänglich deutlichen Charakter des Θ. Gerade wenn man den Eingang des Ζ, 1—118, der ja nach dem Motive des Η den Helenos einführt und überhaupt nur als Füllsel verstanden werden kann, mit dem Θ vergleicht, springt der Unterschied ins Auge: da drängen sich Einzelkämpfe voll von Personen und Ortsnamen. Es ist auch nichts in Β—Η, was so sehr den Stempel der späteren sekundären Entstehung trüge. Daraus ergibt sich der Schluß, daß der Dichter von Θ, der Η fortsetzt, Ι Κ einlegt und am Ende des Ι den Anfang des Λ direkt vorbereitet, sein Werk zwischen Η und Λ geschoben hat. Und in der Tat, die Handlung geht dann vortrefflich weiter. Der erste Schlachttag hat mit dem Zweikampfe des Aias mit Hektor geendet; der zweite folgt, wie man das erwarten muß. Das Λ beginnt freilich ohne auf irgend etwas zurückzugreifen; aber darum folgt es gerade so gut auf Η wie auf Κ. Ob vor Ἠὼς δ' ἐκ λεχέων παρ' ἀγαυοῦ Τιθωνοῖο ὤρνυτο steht Κ 578

δείπνῳ ἐφιζανέτην, ἀπὸ δὲ κρητῆρος Ἀθήνῃ
πλείου ἀφυσσάμενοι λεῖβον μελιηδέα οἶνον.

oder Η 321

δαίνυντ᾽ οὐδέ τι θυμὸς ἐδεύετο δαιτὸς ἐΐσης,
νώτοισιν δ᾽ Αἴαντα διηνεκέεσσι γέραιρεν
ἥρως Ἀτρεΐδης εὐρὺ κρείων Ἀγαμέμνων.

ist einerlei: in einem Zuge kann weder dies noch jenes vorgetragen worden sein, und wenn eine Pause eintritt, ist beides gleich gut[1]. Doch will ich gern glauben, daß der Dichter des Θ oder auch der Interpolator der Verse 323—344 einen gleichgiltigen Übergang gestrichen hat, in dem die Schmausenden zu Bette gingen. Mehr könnte niemand verlangen.

Indem wir die Eindichtung als solche erkennen, ergibt sich uns eine Ilias, ein Epos, das sie voraussetzt, Α bis Η 322, Λ bis irgendwie zum Tode des Patroklos. Der Zweck der Eindichtung war die Aufnahme der beiden Einzelgedichte Ι und Κ, und da diese eine Niederlage der Achäer voraussetzen, mußte diese neu gedichtet werden. Solche Eindichtungen kennen wir aus den hesiodischen Epen und besitzen noch den Schild des Herakles[2]; in der Ilias selbst ist der Schiffskatalog derart[3]. Die Einzelgedichte Ι und Κ sind selbst nicht etwa alt, so daß sie die Entstehung des Epos überhaupt durch Zusammenfügung bewiesen, sondern setzen in Handlung und Charakteren eine Ilias voraus, neben der sie entstanden sind. Schwerlich sind sie viel älter als Θ, aber beide in anderen Gegenden entstanden, man möchte sagen, in anderen Dichterschulen; da wir sie nur durch den Verfasser von Θ besitzen, muß einmal verfolgt werden, inwieweit er sie überarbeitet hat[4].

Unabweisbar ist es, auf den zweiten Teil der Ilias einen Blick zu werfen, da dieser ja die Eindichtung Θ bis Κ nicht kennen darf, wenn diese richtig beurteilt sein soll. Von Θ und Κ gilt das; aber die Gesandtschaft an Achilleus ist zwar dem Λ und Π unbekannt, im Τ dagegen

---

[1] Eine solche Pause kann man doch kaum zwischen Χ und Ψ leugnen, die doch zueinander gehören.

ὣς ἔφατο κλαίουσ᾽, ἐπὶ δὲ στενάχοντο γυναῖκες.
ὣς οἳ μὲν στενάχοντο κατὰ πτόλιν· αὐτὰρ Ἀχαιοί.

[2] Ich habe diese Eindichtungen Herm. XL 121—123 behandelt; sie dünken mich für die Analyse der homerischen Gedichte überaus wichtig.

[3] Die Auslösung des Kataloges ist nicht ganz einfach; ich habe die Untersuchung abgeschlossen. Das Gedicht mag Vorlagen benutzen, aber so wie es ist, ist es für den Ort bestimmt, an dem es steht.

[4] Sie können natürlich auch schon vorher manche Umgestaltung erfahren haben, wie für das Ι wahrscheinlich ist; für das Κ versucht es eine scharfsinnige Abhandlung von W. Witte (Studien zu Homer, Frankfurt a. O. 1908) zu erweisen, die indessen dem Charakter des Gedichtes nicht gerecht wird. Es zeigt sich, wie notwendig individualisierende Interpretation des Homer ist. Chorizonten dürften am wenigsten mit einer konventionellen »homerischen« Weise in Stil und Sprache operieren.

redet Agamemnon von den Geschenken, die tags zuvor Odysseus dem Achill angeboten hatte (140. 194); ganze Versreihen sind dem I entlehnt, und wer Stilgefühl hat, muß empfinden, daß der Dichter des T, ein sehr viel geschickterer Dichter[1] als der des Θ, sich ganz besonders an der Redekunst des I gebildet hat. Das streitet also mit der Annahme einer Ilias, die das I noch nicht hatte. Gewiß, wenn diese nämlich bis zum T reichte. Allein das T hängt unlöslich mit dem C zusammen, genauer mit dem C, welches die Ὁπλοποιΐα einschließt, einerlei ob diese einmal selbständig war. Wir müssen also die Gesandtschaft uns so denken, wie sie dort 448 erzählt wird, die Ratsherren wären zu Achilleus gekommen, als die Troer das Heer zwischen die Schiffe drängten, und er hätte statt seiner den Patroklos geschickt. Das entspricht nicht dem I und ist mit dem Π unvereinbar. Daraus folgt einmal, daß Π mit diesem CT nur gewaltsam vereinigt ist, zweitens, daß der Dichter von CT zwar das I vor Augen hatte, aber in sein Gedicht nicht aufnahm, vermutlich, weil er die Geschichte überhaupt nicht von so weit her erzählte, so daß er sich die Voraussetzungen, obgleich er die Hauptmotive behielt, ganz nach Gutdünken ausmalen konnte. In Wahrheit also bestätigt sich die Selbständigkeit des Einzelgedichts I. Die Ilias, welche von dem Dichter des Θ erweitert ist, hat das T nicht mehr umfaßt; Zeus prophezeit ja auch nur, daß Achilleus eingreifen wird, wenn Patroklos erschlagen liegt (Θ 473). Das führt zwar bis zu dem Schlusse der Patroklie, also bis in das C, aber nicht in das C der Ὁπλοποιΐα, denn diese ist erst durch späte grobe Flicken mit der Patroklie verbunden. Es kann sehr wohl neben einer solchen Ilias ein Gedicht bestanden haben, das erst nach dem Tode des Patroklos begann. In welchem Verhältnisse diese beiden Gedichte zueinander standen, ist in abstracto gar nicht zu bestimmen; daß der Dichter des Θ sie beide benutzt, beweist ja nicht, daß sie bereits zu einem Epos zusammengezogen waren; sie konnten sogar einander inhaltlich zum Teil decken.

Wenn es überhaupt gelingen soll, das Werden der Ilias aus dem Zustande, in dem sie vorliegt, zu erschließen, so muß mit dem Abtragen der jüngsten Schichten begonnen werden. Alle Hypothesen über das, was zugrunde liegt, sind bei dieser Untersuchung fernzuhalten; die Vergleichung mit einer methodischen Ausgrabung drängt sich auf. In

---

[1] Herm. XXXV 561; auch hier darf sich die Erkenntnis des einheitlichen Aufbaues nicht durch kleine äußere Anstöße beirren lassen, wie sie z. B. Leaf gar nicht ohne Grund an der schönen Rede der Briseis 287—300 nimmt. Bei der Überlieferung des Epos ist eine Trübung einer einzelnen Stelle, die wir nicht beseitigen können, gar nicht wunderbar; aber nur zu viele sind geneigt, ein ganzes Gedicht preiszugeben, wenn ein Wort gegen Sprache oder Versbau verstößt.

den Litai und der Dolonie liegen Einzelgedichte von bescheidenem Umfange vor; so etwas hat es also gegeben. Das ist freilich nichts Wunderbares; die Aspis und die Erga sind ja auch da und die Hymnen ebenfalls. Ein Gedicht, das vom A bis zum Zweikampfe des H und weiter vom Λ bis zum Tode des Patroklos und dem Eingreifen des Achilleus reichte, war auch schon gegeben, also kein Einzellied, sondern ein älteres Epos, das durch den Dichter von Θ nur erweitert ward. Wie sich das Einzellied, die Rhapsodie, die für den Vortrag in einem Zuge berechnet ist, zu dem Epos, das aus mehreren Rhapsodien besteht, historisch und als Kunstform verhält, wird sich finden, wenn geduldige Forschung Schritt für Schritt in die Tiefe geht. Der gefälligen Konstruktionen a priori haben wir übergenug; es hat sich aber gezeigt, daß sie sich auf die Dauer nicht einmal als gefällig bewähren. Die Analogien der Epik anderer Völker zeigen uns, was es alles geben kann: darin liegt ihr hoher Wert. Was es bei den Ioniern wirklich gegeben hat, können wir unmöglich anderswoher erfahren, und wenn es bei den Griechen nur das gäbe, was auch anderswo zu holen ist, so lohnte sich die Mühe nicht, ihnen die Lebensarbeit zu widmen.

Ausgegeben am 28. April.

SITZUNGSBERICHTE 1910.

DER XXII.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

21. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Rubens berichtete über gemeinsam mit Hrn. E. Hagen angestellte Versuche, welche die Änderung des Emissionsvermögens der Metalle mit der Temperatur im kurzwelligen ultrarothen Spectrum betreffen. (Ersch. später.)

Die Untersuchung bildet eine Fortsetzung der vor Jahresfrist vorgelegten Abhandlung der beiden Verfasser über die Abhängigkeit des Emissionsvermögens der Metalle von der Temperatur für lange Wellen. Die neuen Versuche beschäftigen sich vorwiegend mit dem an das sichtbare Gebiet angrenzenden Theil des ultrarothen Spectrums. Sie führen zu dem Ergebniss, dass in dem kurzwelligen ultrarothen Spectrum bis etwa $\lambda = 3\,\mu$ die Änderung des Emissionsvermögens für die untersuchten sechs Metalle sehr klein ist und verschiedenes Vorzeichen besitzt. Von dieser Stelle des Spectrums an verläuft die Änderung stets in dem von der Maxwell'schen Theorie geforderten Sinn und erreicht bei $\lambda = 5\,\mu$ nahezu den aus dieser Theorie sich ergebenden Betrag.

2. Hr. Nernst legte eine zweite Mittheilung des Hrn. Prof. G. Eberhard in Potsdam vor über das Vorkommen des Scandiums, als Bericht über die mit akademischen Mitteln im Jahre 1909 ausgeführte Untersuchung.

Durch die spectrographische Untersuchung hat der Verfasser den Scandiumgehalt einer weiteren Anzahl von Gesteinen und Mineralien festgestellt und die im ersten Theile gezogenen Schlüsse über die allgemeine Verbreitung des Scandiums auf der Erde voll bestätigt gefunden. Weiterhin konnten wieder einige scandiumreiche Mineralien namhaft gemacht werden. Das specielle Studium des Scandiumvorkommens in dem Zinnwalder Granit und seiner Mineraliengesellschaft liess erkennen, dass dieses Element durch die pneumatolytischen oder hydrothermalen Processe, welche im Gefolge von Graniteruptionen aufzutreten pflegen, reichlicher aus dem Erdmagma an die Oberfläche gebracht wird.

Über die weite Verbreitung des Skandium auf der Erde. II.

Von Prof. Dr. G. Eberhard
in Potsdam.

(Vorgelegt von Hrn. Nernst.)

Obwohl im ersten Teile[1] dieser Untersuchungen als Beweis für die allgemeine Verbreitung des Skandium schon eine größere Zahl über die ganze Erde verteilter Orte genannt war, in deren Gesteinen sich dieses Element nachweisen läßt, schien es doch zum mindesten wertvoll, diese Vorkommen zu vermehren und außerdem weiter nach solchen Mineralien zu suchen, die Skandium in größerer Menge enthalten. Als besonders geeignet für die Lösung dieser zwei Aufgaben mußte nach den früheren Versuchen vor allem die Verarbeitung von Zinn- und Wolframerzen angesehen werden, da sich gezeigt hatte, daß Skandium besonders häufig in diesen Erzen, und zwar vielfach in reichlicherer Menge, enthalten ist und da diese Erze sich außerdem in fast allen Erdteilen finden. Dank dem großen Entgegenkommen, welches ich von allen Seiten erfuhr, war es möglich, die Erze fast aller Zinnlagerstätten der Erde auf ihren Skandiumgehalt hin zu prüfen. In der folgenden Tabelle, welche sich direkt an die im ersten Teile veröffentlichte anschließt, sind alle in den zwei letzten Jahren spektrographisch untersuchten Mineralien und Gesteine aufgeführt. Wie man aus dieser Tabelle ohne weiteres ersieht, werden die Schlüsse, die im ersten Teil gezogen worden waren, durch die Vergrößerung des geprüften Materials durchaus bestätigt. Es fanden sich auch wieder einige Mineralien mit größerem Skandiumgehalt[2], so der Äschynit und der Zinnstein von Embabaan, Swazieland (641, 730, 731, 732), der Monazit (643) und einige Varietäten des von Crookes als skandiumreich erkannten Wiikites (648, 650, 653, 655) von Impilacks in Finnland, der Wolframit von Sadisdorf (676) und der Zinnstein der Takayama-Mine (742) in Japan.

[1] Sitzungsberichte 1908, S. 851.

[2] Chemisch nachweisbar wird das Skandium nur in den Mineralien sein, welche in der Tabelle mit ls–st oder st bezeichnet sind.

367	Alnöit, biotitreich; Stornäset, Alnö, Norwegen (Dr. Finckh)	s	—
368	„ zersetzt; Bails Coppyes, Deutsch-Südwestafrika (Dr. Finckh)	s	—
369	Amphibolit aus Gabbro; Njambo, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh) . .	ls	—
370	„ (Plagioklas-); unweit Djabotaure am Fupabo, Togo (Dr. Finckh)	ls	—
	Apatit, kristall.:		
371	Verwerfungskluft des Luxerganges, Mariaschein bei Graupen (Ph. Schiller)	—	Y
372	aus einer Druse, Rautenkranz i. Erzgeb. (Dr. Schröder) . .	—	Y?
	Arkosesandstein:		
373	Brandberg bei Altenberg i. Erzgeb..	s	—
374	südwestlich von Bärenburg bei Altenberg i. Erzgeb.	s?	Y
	Arsenkies:		
375	(geröstet) derb; böhmische Halden, Zinnwald	s?	Y
376	„ in Greisen eingesprengt; böhmische Halden, Zinnwald	s?	Y
377	(geröstet); Halde eines Feldes beim Schützenhaus von Altenberg i. Erzgeb.	—	—
378	Arsenikalkies (geröstet); Mückenberger Pinge bei Graupen i. Erzgeb. (Ph. Schiller)	—	—
	Basalt:		
379	Nephelinbasalt; Kreuzgalgenberg bei Altenberg i. Erzgeb. . .	s–ls	—
380	„ Pöbeltal bei Altenberg i. Erzgeb.	s–ls	—
381	„ (zersetzt, zinnhaltig); Blaue Kluft, Luxergang, Mariaschein bei Graupen (Ph. Schiller)	s	—
382	Nephelinbasalt (zersetzt); Blaue Kluft, Luxergang, Mariaschein bei Graupen (1909) (Ph. Schiller)	s	—
383	Hornblendebasalt; Tellnitz i. Böhmen	s–ls	Y?
384	Magmabasalt; Tellnitz i. Böhmen	—	Y?
385	Melilithbasalt, jungvulk.; isolierter Lavahügel in der Baschenedebene, nördlich von Gurui, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	s–ls	—
386	Leucitbasanit } anstehende Laven vom Südfuß des Karissimbi,	s	—
387	„ } Kiwusee, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh).	s	—
388	Beryll; Orijärvi, Kisko, Finnland (Dr. Petra, Helsingfors)	s–ls	—
	Blaugrund:		
389	Kimberley, Südafrika (Dr. Finckh)	s?	Y?
390	Gibeon, Deutsch-Südwestafrika (Dr. Finckh)	s?	Y?
	Bleiglanz:		
391	(mit Fluorit, Kupferkies, Zinnstein, Zinkblende verwachsen); Luxergang, Mariaschein bei Graupen (Ph. Schiller) . . .	—	—
392	(aus Kalkspatgang); Perranporth, Cornwallis	—	Y
393	Brauneisenstein; Gnade-Gottes-Grube, Zinnwald (Ingenieur Eisentraut)	s–ls	Y
394	Braunspat; Luxergang, Mariaschein bei Graupen (Ph. Schiller) . .	—	—
395	Columbit: Orijärvi, Kisko, Finnland (Dr. Petra)	s?	—
396	Cordieritfruchtschiefer; Pillmannsgrün, Vogtland (Dr. Schröder) . .	s–ls	Y
397	Cordierithornfels; Bergen, Vogtland (Dr. Schröder)	s	—
398	Cossyrit; Pantelleria (Dr. Finckh)	—	Y
399	Diabas, porphyrisch (kupferkieshaltig); Georgental bei Klingental i. Erzgeb. (Dr. Schröder)	s	—

400	Diabas- (Olivin-); östlich von Njambo, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	s–ls	—
401	Dioritschiefer; Schachteingang bei Schönlind i. Fichtelgeb. (Dr. Schmidt-Wunsiedel)	—	—
402	Eisenspat; Ivigtut, Grönland	—	—
403	Elvan; Camborne, Cornwallis (Oberbergrat Beck)	—	—
404	» turmalinführend; Wheal Busy, Cornwallis (Oberbergrat Beck)	—	—
405	Essexitporphyrit, einsprenglinsarm; Bragernäs, Drammen, Norwegen (Dr. Finckh)	s	Y?
406	Essexitporphyrit, einsprenglinsarm; Holmestrand, Norwegen (Dr. Finckh)	s	Y?
407	Essexitporphyrit (altvulk.); Soeteren bei Christiania, Norwegen (Dr. Finckh)	s	—
408	Fahlerz (Arsen-), derb, in Greisen; Vereinigt Zwitterfeldfundgrube, Zinnwald	s	—
409	» stark zersetzt (malachit- und kupferlasurhaltig); Vereinigt Zwitterfeldfundgrube, Zinnwald	ls	Y
410	» verwittert; Neuschacht, Zinnwald	ls	Y
411	Feldspat; Nuolaniemi, Finnland (Prof. Ramsay, Helsingfors)	—	—
412	» in grünes, sekundäres Silicat verwandelt; Paavola, Finnland (Prof. Ramsay, Helsingfors)	s	—
413	Fluorit, dunkelrotbraun; Ivigtut, Grönland (Oberbergrat Beck)	—	Y
414	» rot; Ivigtut, Grönland (Oberbergrat Beck)	—	Y
415	Gabbro (Flaser-); Penig i. Sachsen	s	—
416	» Fupabo, Mitteltogo (Dr. Finckh)	—	—
	Glimmer:		
417	Eisenlithiumglimmer, grau; aus dem Granit von Altenberg i. Erzgeb., Römerschacht	s	—
418	» schwarz; aus dem Zwitter von Altenberg i. Erzgeb., Römerschacht	s	—
419	» Paradiesgrube (Schellerhauer Granit) in Altenberg i. Erzgeb.	s–ls	Y
420	» aus einem Quarzgang; Halde südwestlich vom Pfarrbusch von Bärenstein bei Altenberg i. Erzgeb.	s–ls	Y!
421	» Luxergang, Mariaschein bei Graupen (Ph. Schiller)	ls	—
422	» porphyrisch, aus dem Granit ausgeschieden; Heinzengut bei Eibenstock i. Erzgeb. (Dr. Schröder)	ls	—
423	» aus dem Greisen vom Geyersberg, Franzschacht, Geyer i. Erzgeb.	s	—
424	Zinnwaldit aus einer Druse; Rautenkranz i. Erzgeb. (Dr. Schröder)	—	—
425	» stark zersetzt, talkig; Zinnwald, Gnade-Gottes-Grube, (Ing. Eisentraut)	ls	Y?
426	» Kupfergrube von Sadisdorf i. Erzgeb.	s–ls	—
427	» Pinge zu Sadisdorf i. Erzgeb.	s	—
428	Muskowit; Salband eines Quarz-Turmalin-Wolframitganges, Tirpersdorf i. Vogtland (Dr. Schröder)	—	—
429	» Black Hills, Dakota, U. S. A. (Ph. Schiller), (galliumhaltig)	—	—
430	» Los Condores, Sierra de San Luis, Argentinien (Oberbergrat Beck)	—	—
431	Biotit; Gurui, Nordostseite des großen parasitären Kraters, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	s?	—

	Glimmer:		
432	Meroxen; aus Melilithbasalt; südöstlicher Vorberg des Gelei, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	s?	—
433	schwarzer; Nuolaniemi, Finnland (Prof. Ramsay)	ls–st	Y
434	aus Pegmatit; westliche Vorberge von Uluguru, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	s?	—
435	aus Pegmatit; Hauptfundort des Glimmers am Mbakana (Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	s?	—
436	Glimmerdiorit (Kersantit); Löwenhain bei Altenberg i. Erzgeb., Halde Gottes Segen	s	—
437	Glimmerschiefer verzwittert; Greenbushes, Westaustralien (Prof. Krusch), (galliumhaltig)	—	—
	Gneis:		
438	Zinngraben bei Schneeberg i. Fichtelgeb. (Dr. Schmidt)	—	—
439	Laaser Berge bei Strehla a. d. Elbe	s	—
440	(unterer); Preißelberger Pinge bei Graupen	s?	—
441	(oberer, dicht); Jagdweg bei Altenberg i. Erzgeb.	s	—
442	(Grauwacke, gn?); Heckenflüßchen bei Altenberg i. Erzgeb.	s	—
443	(oberer); Büttners Vorwerk bei Altenberg i. Erzgeb.	s	Y
444	(unterer); Zinnwald, Halde bei der Kirche	s	Y
445	(bei der Eruption des Quarzporphyrs mit emporgerissen); Zinnwald, Niedervereinigt Zwitterfeldfundgrube[1]	s	Y
446	(Muskowitgneis, dicht); Sadisdorfer Pinge, Erzgeb.	s?	—
447	(Muskowitgneis, glimmerreich, mg); Mühlflußweg bei Altenberg i. Erzgeb.	s?	Y
448	(Muskowitgneis); Mühlflußweg bei Altenberg i. Erzgeb.	—	Y
449	(Muskowitgneis); Halde nördlich vom Pfarrbusch in Bärenstein bei Altenberg i. Erzgeb.	s?	—
450	(Muskowitgneis, nicht frisch); Weiseritztal bei Altenberg i. Erzgeb.	—	—
451	(Muskowitgneis, sehr frisch); Freiberg in Sachsen, Himmelsfürstfundgrube	—	Y
452	(Eruptivgneis); zwischen Deutsch-Einsiedel und Neudorf im Erzgeb.	s	Y
453	(Augengneis); zwischen Deutsch-Einsiedel und Neudorf i. Erzgeb.	—	Y
454	(Gneis an einem Erzgang anliegend): Freiberg i. Sachsen, Ludwigschacht	s	—
455	(Granatglimmerfels, granatreich); Mühlflußweg bei Altenberg i. Erzgeb.	s	Y?
456	(Gneis serizitiert, zinn- und kupferhaltig); Freiberg i. Sachsen, Himmelfahrtfundgrube	s	Y
457	Gneisglimmerschiefer; Krebsberg bei Ehrenfriedersdorf i. Erzgeb.	—	—
458	Granat (Mangan-) aus Pegmatit; Groenfontein, Pietpotgietersrustdistrikt, Südafrika (S. Pels)	s?	Y
459	" " " " Ulugurugebirge, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	s?	Y!
	Granit:		
460	Lithiumgranit (mittelkörnig, nicht frisch); böhmische Halden, Zinnwald	s	Y?
461	" (glimmerreich, fast frisch); böhmische Halden, Zinnwald	s	Y?
462	" (mittelkörnig, fast frisch); böhmische Halden, Zinnwald	s	Y

[1] Durch pneumatolytische Prozesse bei der Eruption hat dieser Gneis seinen Natriumgehalt gänzlich verloren.

	Granit:			
463	**Lithiumgranit**	(mittelkörnig); Gnade-Gottes-Grube. Zinnwald	s	Y
464	"	(feinkörnig, glimmerarm, nicht frisch); Neuschachthalde, Zinnwald	s	Y
465	"	(mittelkörnig, fast frisch); Neuschachthalde, Zinnwald	s	Y
466	"	(kaolinisiert, direkt am Flöz anliegend); Gnade-Gottes-Grube[1], Zinnwald (Ingenieur Eisentraut)	s–ls	—
467	"	(kaolinisiert, weiterab vom Flöz); Gnade-Gottes-Grube[1], Zinnwald (Ingenieur Eisentraut)	s	—
468	"	(Stockscheider); Gnade-Gottes-Grube, Zinnwald (Ingenieur Eisentraut)	s	Y
469	"	(Apophyse in den Quarzporphyr); Gnade-Gottes-Grube, Zinnwald	s	Y
470	"	(Apophyse in den Quarzporphyr); Zinnwald, St.-Michaelis-Fundgrube	s	Y
471	"	(Apophyse in den Quarzporphyr); Zinnwald, Rösselhalde	s?	Y
472	"	(Apophyse in den Quarzporphyr); Zinnwald, Neuschacht	s?	Y
473	"	(Apophyse in den Quarzporphyr); Zinnwald, Gnade-Gottes-Grube	s?	Y
474	"	Pinge Sadisdorf i. Erzgeb. (dieses Stück erwies sich als lithiumfrei)	—	—
475	"	(mittelkörnig, porphyrisch; Gang beim Ehrhardtschen Haus); Pinge, Altenberg i. Erzgeb.	—	Y!
476	"	(mittelkörnig mit porphyrischen Quarzen); Südwestseite der Pinge, Altenberg i. Erzgeb.	s	Y
477	"	(mittel- bis grobkörnig); Pinge, Altenberg i. Erzgeb.	s	Y
478	"	(kleinkörnig, glimmerarm); Römerschacht, Altenberg i. Erzgeb.	s?	Y
479	"	(feinkörnig, porphyrisch); Paradiesgrube bei Altenberg i. Erzgeb. (Schellerhaugranit)	s	Y!
480	"	(mittelkörnig); Paradiesgrube bei Altenberg i. Erzgeb. (Schellerhaugranit)	s	Y!
481	"	(feinkörnig, porphyrisch); Bärenfels bei Altenberg i. Erzgeb. (Schellerhausgranit)	s	Y!
482	"	(grobkörnig); Steinbruch bei Hotel Stadt Bärenburg bei Altenberg i. Erzgeb. (Schellerhaugranit)	s?	Y!
483	"	(mittelkörnig, nicht frisch); Pfarrbusch von Bärenstein bei Altenberg im Erzgeb.	s?	Y
484	"	(kleinkörnig); Pfarrbusch von Bärenstein bei Altenberg i. Erzgeb.	s?	—
485	"	kleine Kuppe zwischen Altenberg und Zinnwald	s	—
486	"	(mittel- bis feinkörnig); Bahra bei Berggießhübl, Eisoldtscher Steinbruch	s	Y
487	"	Wunsiedel i. Fichtelgeb.	—	—
488	"	alte Zinngruben, Wunsiedel i. Fichtelgeb. (Dr. Schmidt)	—	—
489	"	alter Schacht des Zinnbergwerkes von Schönlind bei Weißenstadt i. Fichtelgeb. (Dr. Schmidt)	—	—
490	"	(glimmerarm); Geyersberg (Franzschacht), Geyer i. Erzgeb.	—	—
491	**(lithiumfrei)**;	südlich der Preißelberger Pinge bei Graupen **i. Erzgeb.**	—	Y

[1] **Diese zwei Gesteine** sind wohl als sehr kaolinreiche Greisen anzusehen.

	Granit:		
492	(lithiumfrei, feinkörnig): Preißelberger Pinge bei Graupen i. Erzgeb.	—	Y
493	(lithiumfrei, kleinkörnig, glimmerarm); Preißelberger Pinge bei Graupen i. Erzgeb.	—	Y!
494	(kleinkörnig, lithiumhaltig); Preißelberger Pinge bei Graupen i. Erzgeb.	—	—
495	Wehrsdorff, Lausitz	s	—
496	Bergen i. Vogtland	—	—
497	Mittweida i. Sachsen	—	—
498	Tellnitz i. Böhmen	s?	Y?
499	Niedergrund an der Elbe, Albertusfelsen	s?	Y?
500	Marktleuthen i. Fichtelgeb.	—	Y
501	Berbersdorff bei Roßwein i. Sachsen	s	Y
502	Liskeard, Cornwallis (Oberbergrat Beck)	s?	Y
503	(Grenzstück vom Kryolith); Ivigtut, Grönland (Prof. Ussing)	—	Y
504	zwischen Covilha und Fundão, Beira beixa, Portugal (Dr. Finckh)	s?	—
505	(aus der Nähe der Wolframitgruben); Beira beixa, Portugal (Dr. Finckh)	s?	—
506	Mikrogranit (porphyrisch); Preißelberger Pinge bei Graupen	—	Y
507	„ (porphyrische Quarze); Preißelberger Pinge bei Graupen	—	—
508	Turmalingranit; Selb i. Fichtelgeb.	—	—
509	Granitapophyse in Gneis; Halde zwischen Klösenberg und Mückentürmchen bei Graupen	s?	—
510	Gneisgranit (Salband des Pegmatites); Embabaan, Swazieland (Prof. Molengraaff)	ls	Y
511	Granit? Hangendes des Tin-Lode, Narunga Tin Mine, Hazaribagh, Indien (Ph. Schiller)	s?	Y
	Granitporphyr:		
512	(granitisch); Römerschacht, Altenberg i. Erzgeb.	—	Y
513	(biotitreich); zwischen Schellerhau und Bärenfels bei Altenberg i. Erzgeb.	—	—
514	(Varietät); Preißelberger Pinge bei Graupen	s?	Y
	Greisen: pneumatolytisch, umgewandelter Granit,		
515	(hellgrün); Römerschacht, Altenberg i. Erzgeb.	s	Y!
516	(sehr zinnsteinreich); Römerschacht, Altenberg i. Erzgeb.	s–ls	Y
517	(mittelkörnig); Gang beim Ehrhardschen Haus, Pinge in Altenberg i. Erzgeb.	s	Y
518	(grauschwarz); Pinge in Altenberg i. Erzgeb.	s	Y
519	(graugrünschwarz, normales Vorkommen); Römerschacht in Altenberg i. Erzgeb	s	Y
520	(mittelkörnig); kleine Greisenkuppe bei Altenberg i. Erzgeb.	s	—
521	(glimmerreich); Gnade-Gottes-Grube, Zinnwald	s–ls	Y?
522	(porphyrische Orthoklase haltend); Pinge Sadisdorf i. Erzgeb.	—	—
523	(feinkörnig, zinn- und kiesreich); Kupfergrube Sadisdorf i. Erzgeb.	ls–st	Y
524	(topas- und kiesreich); Pinge Sadisdorf i. Erzgeb.	s	Y!
525	(völlig umgewandelter mittelkörniger Granit); Pinge Sadisdorf i. Erzgeb.	s	Y!
526	(feinkörnig, fast dicht); Pinge Sadisdorf i. Erzgeb.	s?	Y?
527	(porphyrische Quarze haltend); Pinge Sadisdorf i. Erzgeb.	s	—
528	(Granit teilweise in Greisen verwandelt); Pinge Sadisdorf i. Erzgeb.	s?	Y?

	Greisen:		
529	(sehr topasreich); Mahlerzug östlich der Zwickenpinge bei Graupen (Ph. Schiller)	—	Y
530	(sehr topas- und malachithaltig); Zwickenpinge bei Graupen (Ph. Schiller)	—	—
531	(sehr topasreich, grau); Zwickenpinge bei Graupen (Ph. Schiller)	—	—
532	(sehr topas- und zinnsteinreich); Zwickenpinge bei Graupen (Ph. Schiller)	—	—
533	(feinkörnig); südlich der Preißelberger Pinge bei Graupen	s	—
534	(klein- bis mittelkörnig); Preißelberger Pinge bei Graupen	—	Y!
535	(sehr zinnreich); Preißelberger Pinge bei Graupen (Ph. Schiller)	—	Y
536	(feinkörnig); Paradiesgrube bei Altenberg i. Erzgeb. (Schellerhauer Greisen)	s	Y
537	(mittelkörnig); Feldhalde beim Schützenhaus von Altenberg (Schellerhauer Greisen)	s	—
538	(feinkörnig mit porphyr. Quarzen); Feldhalde beim Schützenhaus von Altenberg (Schellerhauer Greisen)	s	Y
539	(glimmerreich); Pöbelknochen bei Schellerhau (Oberbergrat Beck)	—	Y
540	(stark zinnsteinhaltig, Erz); Paradiesgrube bei Altenberg (Schellerhauer Greisen) (Oberbergrat Beck)	ls-st	Y
541	(mittelkörnig): zwischen Bärenfels und Schellerhau	s?	Y
542	(mittelkörnig); Pfarrbusch Bärenstein bei Altenberg i. Erzgeb.	s-ls	Y
543	(kleinkörnig); " " " " " "	s?	Y
544	Bahra bei Berggießhübl, Eisoldtscher Steinbruch	ls	Y
545	(Granit zum Teil in Greisen verwandelt); Hirschenstand bei Frühbuß i. Erzgeb. (Hr. Häusler, Teplitz)	—	—
546	(Zwitterband); Hirschenstand bei Frühbuß i. Erzgeb. (Hr. Häusler, Teplitz)	—	—
547	(grobkörnig); Hirschenstand bei Frühbuß i. Erzgeb. (Hr. Häusler, Teplitz)	—	—
548	(mittelkörnig); Franzschacht, Geyersberg bei Geyer i. Erzgeb.	—	—
549	(aplitische verzwitterte Granitapophyse); Franzschacht, Geyersberg bei Geyer i. Erzgeb.	—	—
550	(mittelkörnig); Auersberg bei Eibenstock i. Erzgeb. (Dr. Schröder)	—	—
551	(T[illegible]; S[illegible]schwemme bei Johanngeorgenstadt i. [illegible] Beck)	—	—
552	(mittelkörnig, reich an Zinnstein, Wolframit und Kiesen); Schlaggenwald i. Böhmen	—	—
553	(reich an Zinnstein); Schlaggenwald in Böhmen	—	—
554	" " " St. Mauritius bei Abertham i. Erzgeb.	s?	—
555	Potzelschacht bei Wunsiedel i. Fichtelgeb. (Dr. Schmidt)	—	—
556	" " " " " " "	—	—
557	(glimmerreich); ebenda (Dr. Schmidt)	—	—
558	(kupferkiesreich, lithiumhaltig); Weißenstadt i. Fichtelgeb. (Oberbergrat Beck)	—	—
559	(lithiumreich); Bunnymine, St. Austell, Cornwallis	—	—
560	(lithiumfrei); Luxullian, Cornwallis	s?	—
561	(Turmalingreisen); Fundort unbekannt, Cornwallis	—	—
562	(lithiumfrei); Carrock Fell, Cumberland	s?	—
563	(aus Granitgneis entstanden); Pitkäranta, Finnland (Dr. Trüstedt)	—	—
564	(aus Pegmatit entstanden); Pitkäranta, Finnland (Dr. Trüstedt)	—	—
565	(?); Zentrum des Tin Lode, Narunga Tin Mine, Hazaribagh, Indien (Ph. Schiller)	s?	Y
566	(ivigtithaltig); Ivigtut, Grönland (Oberbergrat Beck)	—	Y

	Greisen:		
567	(kleinkörnig, zinnreich); Vlaklaagte, Transvaal, Südafrika (Prof. MOLENGRAAFF)	—	—
568	(kleinkörnig, zinnarm); Vlaklaagte, Transvaal, Südafrika (S. PELS, Hamburg)	—	—
569	(pegmatitisch, zinnreich); Vlaklaagte, Transvaal (erste Fundstelle) (S. PELS, Hamburg)	ls	—
570	(aus Mikrogranit entstanden, porphyrisch, lithiumfrei); Ostseite der Pinge, Altenberg i. Erzgeb.	s?	—
571	(aus Mikrogranit entstanden, topasreich, lithiumfrei); Ostrand der Pinge, Altenberg i Erzgeb.	—	Y
572	(aus Mikrogranit entstanden, felsitisch, zinnreich, lithiumfrei); Ostrand der Pinge, Altenberg i. Erzgeb. (Sämtliche Alkalien sind bei der Imprägnation verloren worden)	s?	Y
573	(aus Mikrogranit entstanden, lithiumfrei); Halde südwestlich vom Pfarrbusch Bärenstein bei Altenberg i. Erzgeb.	s	Y?
574	(aus Mikrogranit entstanden, lithiumfrei); Michaelisfundgrube nördlich vom Pfarrbusch Bärenstein bei Altenberg i. Erzgeb.	s	Y
575	(aus Mikrogranit entstanden, lithiumfrei); Halde nördlich vom Pfarrbusch Bärenstein bei Altenberg i. Erzgeb.	s	—
576	(aus Mikrogranit entstanden, porphyrisch, zinnreich, lithiumhaltig); Preißelberger Pinge bei Graupen	—	—
577	Hornblendeporphyrit: Kaufbach bei Potschappel, Sachsen	s?	Y
578	Hornblendeschiefer: Fritzchens Kuppe bei Altenberg i. Erzgeb.	ls	Y
	Hornstein:		
579	(Gangstück); Halde am Franzosenstein bei Zinnwald (Ingenieur EISENTRAUT)	—	—
580	(titanhaltig); Nordostrand der Pinge, Altenberg	—	—
581	Elisabethstollen bei Oberwildental, Erzgeb. (Dr. SCHRÖDER)	—	—
582	Jaspis: Fuß des Geisingberges bei Altenberg i. Erzgeb.	—	—
583	Kalkspat: (Gangstück) Perranporth, Cornwallis	—	Y
584	Kaolin: Zinnwald, Vereinigt Zwitterfeldfundgrube	s	—
	Kupfererze:		
585	Kupferglanz; Bottalackmine, Cornwallis (PH. SCHILLER)	—	—
586	Kupferkies; (auf Wolframit aufgewachsen) böhm Halden, Zinnwald	—	—
587	Kupferkies und Arsenkies, verwachsen; Zinnwald, Halde beim Franzosenstein (Ingenieur EISENTRAUT)	—	—
588	Kiese (abgebrannt); Mückenberger Pinge, Graupen (PH. SCHILLER)	—	—
589	Kupferkies, mit Bleiglanz verwachsen, aus einem Quarzgang; Hohe Eule bei Niederpöbel i. Erzgeb.	—	—
590	Kupferkies in Felsitporphyr, Quarzflacher Gang, Graupen (PH. SCHILLER)	—	—
591	Kupferkies, geröstet., Mückenberger Pinge bei Graupen (PH. SCHILLER)	—	—
592	Kupferkies (mit Gestein), Gottessegen bei Katharinaberg in Böhmen (PH. SCHILLER)	—	Y
593	Kupfererz (malachit- usw., zinnhaltig), Fundort unbekannt, New South Wales, Australien (PH. SCHILLER)	—	—
594	Kupferkies, mit Wolframit innig verwachsen, silberweißes metallglänzendes Mineral, Zinnwald, böhm. Halden	—	—
595	Kupfererz (imprägnierter Schiefer?), Perranporth, Cornwallis.	s?	Y
596	Kryolith, schwarz: Ivigtut, Grönland (Oberbergrat BECK)	—	Y
597	Lamprophyr: Preißelberger Pinge bei Graupen (PH. SCHILLER)	s–ls	—

598	Leucittheralit: Auswürfling des Namlagira, Virungavulkane, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	—	—
599	Magnetit: (zwei Proben, etwas zinnhaltig); Lupikko, Finnland (Dr. Petra)	—	—
600	Malachit: (gesteinhaltig); Römerschacht, Altenberg (Bergverwalter Schmidt)	s?	Y!
601	Molybdänglanz: Feldhalde beim Schützenhaus von Altenberg . . .	s?	—
602	» Mahlerzug bei der Zwickenpinge, Graupen (Ph. Schiller)	—	—
603	Nakrit: (aus einer Druse, lithiumhaltig); Rautenkranz i. Erzgeb. (Dr. Schröder)	s	—
604	Nephelinit: (apatitreich); Nordabhang des Oldoingo l'engai, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	—	—
605	Nephelinit: (perowskitführend); Nordabhang des Oldoingo l'engai, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	—	—
606	Nephelinleucitit: Lava vom Ninagongo, Virungavulkane, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	—	—
	Orthoklas:		
607	(aus Stockscheider, zinnreich), Gnade Gottes Grube, Zinnwald	—	—
608	(frisch, aus einem Flötz, zinnhaltig), Zwitterfeldfundgrube, Zinnwald	—	—
609	(grünes, sekundäres, steinmarkähnliches Silikat auf Orthoklas), böhm. Halden, Zinnwald	s–ls	—
610	Phyllit (Granat-); Fritzchens Kuppe bei Altenberg i. Erzgeb. . . .	s	Y?
	Porphyre:		
611	Gangporphyr; Kupfergrube Sadisdorf i. Erzgeb.	—	Y?
612	Gangporphyr (quarzarm, feinkörnig); St. Michaelisfundgrube, nordöstlich vom Pfarrbusch Bärenstein bei Altenberg . .	s	Y
613	Gangporphyr (quarzarm); St. Michaelisfundgrube, nordöstlich vom Pfarrbusch Bärenstein bei Altenberg	s	Y
614	Gangporphyr; Steinbruch im Becherbachtal bei Altenberg . .	—	—
615	Gangporphyr (etwas zersetzt, fluoritreich); Steinbruch am Bahnhof Moldau i. Böhmen	s	Y
616	Gangporphyr (felsitisch); Forsthaus Mückenberg bei Graupen	—	Y
617	karbonischer Porphyr; Schellerhau bei Altenberg i. Erzgeb. .	—	Y?
618	Quarzporphyr; Tautenhain bei Geithain i. Sachsen	s?	Y
619	» Rochlitz i. Sachsen	s?	Y
620	» Dornreichenbach i. Sachsen	s?	Y
621	» Wendischhain bei Leisnig i. Sachsen	s?	Y
622	» Edle Krone bei Tharandt.	s?	Y
623	» Bahnhof Grimma i. Sachsen	s	Y
624	» (Pyroxen-); Grimma i. Sachsen.	s	Y
625	» (Teplitzer); Preißelberger Pinge bei Graupen	—	Y
626	Pseudobrookitgestein: Katzenbuckel, Odenwald (Dr. Finckh) . . .	—	Y
627	Pyknit: (lithiumhaltig); Vereinigt Zwitterfeldfundgrube, Zinnwald .	—	—
628	Pyknitschiefer: (lithiumhaltig); Saubach bei Schneckenstein i. Erzgeb. (Dr. Schröder)	s	—
629	Pyrit, derb: Hiltenschacht, Tirpersdorf im Vogtland (Dr. Schröder)	—	—
630	Pyrit, kristall.: (zersetzt, Salband eines Quarzganges) Hiltenschacht, Tirpersdorf im Vogtland (Dr. Schröder)	—	—

631	Pyroxenit: Tschadberg, Lamatischigebirge (Dr. Finckh)	s	—
	Rhombenporphyr:		
632	(pneumatolyt. umgewandelt); Kibo, Kilimandscharo, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	—	Y
633	(Nephelinrhombenporphyr, altvulk.); Vasnik bei Laurvik, Südnorwegen (Dr. Finckh)	—	Y
634	(jungvulk.); Kibo, Kilimandscharo, Ngombere Bach, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	—	Y
	Roteisenstein:		
635	Pinge Altenberg i. Erzgeb.	—	—
636	(Eisenglanz); Altenberg i. Erzgeb.	—	—
637	Eisenzeche Segen Gottes, Pöbeltal bei Altenberg i. Erzgeb. .	—	—
638	aus der Zirkonoxydmine von Hrn. Rietz-Brasilien	—	—
	Scheelit:		
639	Otomezaka, Kai, Japan (Prof. Krusch)	—	Y
640	Schlaggenwald i. Böhmen (Ph. Schiller)	—	—
	Seltene Erden führende Mineralien:		
641	Äschynit (?), alluvialer: Embabaan, Swazieland (S. Pels) . .	st!	Y
642	Monazit, alluvialer: Embabaan, Swazieland (S. Pels) . . .	—	—
643	Monazit, Impilacks, Finnland (Dr. Petra)	st!	Y
644	Sipylit, Fundort unbekannt (Prof. Dennis)	—	Y
645	Plumboniobit, Morogoro, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh) . .	s	Y
646	Plumboniobit, Erden: Morogoro, Deutsch-Ostafrika (Dr. Hauser)	s	Y
647	Wiikit, braun (Nr. 31); Lokantaari, Kirchspiel Impilacks, Finnland (Dr. Borgström, Helsingfors)	ls	Y
648	Wiikit, schwarz, glänzend (Nr. 30); Lokantaari, Kirchspiel Impilacks, Finnland (Dr. Borgström, Helsingfors)	st!	Y
649	Wiikit, dunkelgrau (Nr. 22); Nuolaniemi, Kirchspiel Impilacks, Finnland (Dr. Borgström)	ls	Y
650	Wiikit, schwarz, matt (Nr. 32), Lokantaari, Kirchspiel Impilacks, Finnland (Dr. Borgström)	st!	Y
651	Wiikit, gelb (Nr. 20); 2 Proben, Nuolaniemi, Kirchspiel Impilacks, Finnland (Prof. Ramsay, Dr. Borgström, Helsingfors)	—	Y
652	Wiikit, braun; Nuolaniemi, Kirchspiel Impilacks, Finnland (Prof. Ramsay)	ls	Y
653	Wiikit, schwarz, matt; Fundort unbekannt, Finnland (Dr. Petra)	st!	Y
654	„ „ glänzend; Fundort unbekannt, Finnland (Dr. Petra)	ls	Y
655	Wiikit, schwarz, glänzend, blättrig; Fundort unbekannt, Finnland (Dr. Petra)	st!	Y
656	Wiikit, braun; Impilacks, Finnland (Nachlaß von Damour) .	s	Y
657	Wiikiterden; Fundort unbekannt, Finnland (Prof. R. J. Meyer)	ls	Y
658	Shonkinit: Katzenbuckel, Odenwald (Dr. Finckh)	—	Y
659	Skapolit: Laurienkari, Turku, Finnland (Dr. Petra)	s	Y
660	Steatit (?): Soengei Leat, Bangka (Ph. Schiller)	—	—
661	Stolzit: Gnade-Gottes-Grube, Zinnwald (Ingenieur Eisentraut) . .	—	—
	Trachyandesit:		
662	(anstehende Lava); Sabinjo, Virungavulkane, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	s	Y?
663	Kibo Westbarranco, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	—	Y

	Trachydolerit:		
664	Fuß der Ostgruppe der Virungavulkane, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	s	Y?
665	(Typus Essexitporphyrit); Kibo Westbarranco, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	—	Y?
666	(Trachytoider Trachydolerit); Kibo Kilimandscharo, Deutsch-Ostafrika (Dr. Finckh)	s	Y?
667	(Trachytoider Trachydolerit): Südseite des Bragernäs Ås bei Drammen, Norwegen (Dr. Finckh)	—	Y?
668	Triplit: Geyersberg bei Geyer i. Erzgeb.	—	Y
669	Tuff, karbon. (CO_2): Abendleithenweg südwestlich von Bärenburg bei Altenberg i. Erzgeb.	s?	Y
670	Turmalin krist.: Wildental bei Eibenstock i. Erzgeb. (Dr. Schröder)	s	—
	Turmalinschiefer:		
671	Gertrudfundgrube, Tirpersdorf i. Sachsen (Dr. Schröder)	s	Y
672	aus den Seifen von Sauschwemme, Auersberg bei Eibenstock im Erzgeb. (Dr. Schröder)	—	—
	Wolframit:		
673	südliche böhmische Halden, Zinnwald (zinnreich)	st!	Y!
674	St. Michaelisfundgrube, Zinnwald (zinnarm)	st!	Y!
675	Geyersberg bei Geyer i. Erzgeb.	s	—
676	Kupfergrube Sadisdorf i. Erzgeb.	st!	Y
677	Vitistollen bei Graupen (Ph. Schiller)	s	Y
678	Abendsternstollen bei Graupen (Ph. Schiller)	ls	Y
679	Luxergang, Mariaschein bei Graupen (Ph. Schiller)	ls-st	Y
680	Tirpersdorf i. Sachsen (Dr. Schröder)	s	—
681	Neudorf i. Harz	—	—
682	Felsöbanya, Ungarn	s-ls	—
683	Rib di Bodilão, Beira beissa, Sierra Estrella, Portugal (Prof. Krusch)	ls	Y?
684	Los Condores, Sierra de San Luis, Argentinien (Oberbergrat Beck)	—	—
685	Perranporth, Cornwallis	—	Y
	Zinkblende:		
686	Böhm. Halden, Zinnwald (indiumreich)	s?	Y
687	(im Quarzgang) Halde des Johannesmassenganges, Graupen (Ph. Schiller)	—	—
688	Orijärvi, Kisko, Finnland	—	—
689	Pitkäranta, Finnland	—	—
690	Ivigtut, Grönland (Oberbergrat Beck)	—	Y
691	New-House Utah, U. S. A.	—	Y
692	(gesteinhaltig); Friedensville, Pennsylvanien, U. S. A.	s?	Y
	Zinnkies:		
693	(reinst); böhm. Halden, Zinnwald	—	—
694	(in Bleiglanz); Vereinigt Zwitterfeldfdgr., Zinnwald	—	—
	Zinnstein:		
695	(kristallisiert); Vereinigt Zwitterfeldfdgr., Zinnwald	st!	—
696	(aus Flöz im Quarzporphyr): Ha[illegible]flöz, Gnade-Gottes-Grube, Zinnwald (Ingenieur Eisentraut)	ls-st	Y
697	(im Quarzporphyr selbst gewachsen); Gnade-Gottes-Grube, Zinnwald (Ingenieur Eisentraut)	ls-st	Y

	Zinnstein:		
698	(ausgeschlämmt aus Zwitter); Altenberg, Römerschacht (Bergverwalter Schmidt)	ls	Y
699	(ausgeschlämmt aus Zwitter); Kupfergrube Sadisdorf i. Erzgeb.	ls–st	—
700	(derb); St. Michaelisfundgrube, Pfarrbusch von Bärenstein bei Altenberg i. Erzgeb. (Oberbergrat Beck)	—	—
701	(derb); Hiobstollen, Pfarrbusch von Bärenstein bei Altenberg im Erzgeb. (Oberbergrat Beck)	ls	Y
702	(Kristall); Sauberg bei Ehrenfriedersdorf i. Erzgeb.	s?	—
703	(Kristall); Hirschenstand bei Frühbuß i. Erzgeb. (Hr. Häusler, Teplitz)	—	—
704	(Kristall); Schlaggenwald i. Böhmen (Dr. Weisz, München)	s	—
705	(Kristall); Arsenopyritgang im Vitistollen, Mariaschein bei Graupen (Ph. Schiller)	s?	—
706	(aus Greisen); Zwickenpinge bei Graupen (Ph. Schiller)	ls	Y
707	(derb); Luxergang, Mariaschein bei Graupen (Ph. Schiller)	s	—
708	(Kristall; auf Granitporphyr); Preißelberger Pinge bei Graupen (Ph. Schiller)	s	—
709	Quarzflacher Gang, Dreimichler Sohle, Graupen (Ph. Schiller)	ls	—
710	» » Josefistrecke, Graupen (Ph. Schiller)	ls	—
711	Blaue Kluft II, Martinistollen, Graupen (Ph. Schiller)	ls	—
712	»Buche«-Tagesschacht, westlich vom Abendsternstollen gefundener Gefährte, Graupen (Ph. Schiller)	s	Y
713	Kreuzung des Abendsternganges mit einem Gefährten an der blauen Kluft, Graupen (Ph. Schiller)	ls	—
714	Kreuzganger Flache, Josefistrecke, Graupen (Ph. Schiller)	—	—
715	Trum aus dem Felsitporphyrzug zwischen Forsthaus und Gasthaus Mückenberg, Graupen (Ph. Schiller)	s	—
716	Schächengefährte, Josefistrecke, Graupen (Ph. Schiller)	s	—
717	Unverhofftgang, Josefistrecke, Graupen (Ph. Schiller)	ls–st	—
718	Brandgefährte, Sohle des Dreimichler Schachtes, Graupen (Ph. Schiller)	s	Y
719	Zinnsand (nach Entfernung des Quarzes und Magnetites), Weißenstadt i. Fichtelgeb., Graupen (Dr. Schmidt)	ls	—
720	(kristall. in stark lithiumhaltigem Gestein), Penzance, Cornwallis (Ph. Schiller)	s	—
721	(mit Kupfererz und Gestein verwachsen), Phönixgrube bei Callington, Cornwallis (Ph. Schiller)	—	—
722	Bottalack Mine, Cornwallis (Ph. Schiller)	ls	—
723	Drattenwall bei Tavistock, Cornwallis (Ph. Schiller)	ls	—
724	(mit Turmalin verwachsen), Great Wheel Mine, Helston, Cornwallis (Ph. Schiller)	—	—
725	(braun), Pitkäranta, Finnland (Dr. Petra)	—	—
726	Lupikko, Finnland (Dr. Petra)	—	—
727	Montebras (Creuse), Frankreich (Ph. Schiller)	s?	—
728	Campiglia Marittima, Italien (Prof. Lotti)	—	—
729	La Estañeira, Spanien (Prof. Krusch)	—	—
730	Embabaan, Swazieland, Südafrika (Prof. Molengraaff)	ls–st	Y?
731	(aus Pegmatit), Embabaan, Swazieland, Südafrika (Prof. Molengraaff)	ls–st	Y?
732	(Eluvialzinn), Mccrudy, Swazieland, Südafrika (S. Pels)	st!	Y
733	(in Turmalin), Farm Hartebeestfontein bei Rooiberg, Watergdistrikt, Südafrika (S. Pels)	—	—
734	(in Pegmatit?), Farm Enkeldoorn, 10 Meilen westlich von Vlaklaagte, Südafrika (S. Pels)	—	—
735	(mit Kupferkies, Bleiglanz in Gestein) Zaaiplats bei Groenfontain, Südafrika (S. Pels)	—	—

	Zinnstein:		
736	(in Turmalin), Appingendam, nördlich von Groenfontein, Südafrika (S. Pels)	—	—
737	(aus den Pipes), Groenfontein, Pietpotgietersrustdistrikt, Südafrika (S. Pels)	s?	Y
738	(Zinnsand), Kuilsriver bei Kapstadt, Südafrika (Prof. Krusch)	—	—
739	(kristall.), Onongebiet, Transbaikalien (Ph. Schiller)	—	—
740	(aus kaolinisiertem Granit); Li Tschin Ho's Mine bei Gopeng, Perak, malai. Staaten (Prof. Krusch)	ls	Y
741	(in Steinmark); Kampar, Perak, malai. Staaten (Prof. Krusch)	s–ls	—
742	Takayama-Mine, Japan (Prof. Krusch)	st!	Y
743	Soengei Leat, Bangka (Ph. Schiller)	ls	—
744	Fundort unbekannt, Alaska (Dr. Weisz)	s?	—
745	Black Hills, Dakota, U. S. A. (Ph. Schiller)	—	—
746	(kristall.); Ivigtut, Grönland (Prof. Ussing)	s?	—
747	(nieriges Zinnerz); Seifen von Tepezala, Aguas calientes, Mexiko (Oberbergrat Beck)	—	—
748	Fundort unbekannt, Chile (Ph. Schiller)	ls	—
749	Lanzelot-Mine, Herbertondistrikt, Nord-Queensland, Australien (Prof. Krusch)	s	Y
750	Sidney, New South Wales, Australien (Ph. Schiller)	—	—
751	Fundort unbekannt, New South Wales, Australien (Ph. Schiller)	—	—
752	aus den Seifen von Greenbushes, Westaustralien (Prof. Krusch)	s	—
753	»Brown Face«, Mt. Bishoff, Tasmanien (Prof. Krusch)	ls	Y
754	(kristall.); Lottah-Mine, Tasmanien (Ph. Schiller)	—	—
755	Zirkon aus dem Thorianit, Ceylon	—	Y
	Zwitter, pneumatolytisch umgewandelter Gneis:		
756	(unterer Gneis aus der Nähe eines Zinnerzganges); Halde südwestlich vom Pfarrbusch Bärenstein bei Altenberg i. Erzgeb.	—	—
757	(unterer Gneis, Zwitterband); Halde südwestlich vom Pfarrbusch Bärenstein bei Altenberg i. Erzgeb.	s	—
758	(unterer Gneis, chloritisiert, weitab vom Granit); Halde nördlich vom Pfarrbusch Bärenstein bei Altenberg i. Erzgeb.	s–ls	—
759	(unterer Gneis, stark mit Lithium imprägniert, aus der Nähe des Granits); Halde nördlich vom Pfarrbusch Bärenstein bei Altenberg i. Erzgeb.	s–ls	Y
760	(Muskowitgneis, verkieselt, zinnreich); Halde nördlich vom Pfarrbusch Bärenstein bei Altenberg i. Erzgeb.	s?	—
761	(unterer Gneis, chloritisches Zwitterband), Halde Segen Gottes zwischen Löwenhain und Fürstenau bei Altenberg i. Erzgeb.	s	—
762	(unterer Gneis, chloritisiert), Rabenhübl bei Löwenhain bei Altenberg i. Erzgeb.	s	Y
763	(unterer Gneis, hornsteinartig); Halde Segen Gottes zwischen Löwenhain und Fürstenau bei Altenberg i. Erzgeb.	ls	Y
764	(unterer Gneis, Zwitterband); Rabenhübl bei Löwenhain bei Altenberg i. Erzgeb.	s–ls	Y?
765	(unterer Gneis, verkieselt, nicht ganz frei von frischem Gneis); Rabenhübl bei Löwenhain bei Altenberg i. Erzgeb.	s	—
766	(unterer Gneis, chloritisiert, Teil eines Erzganges, zinn- und kieshaltig); Halde Segen Gottes zwischen Löwenhain und Fürstenau bei Altenberg i. Erzgeb.	—	—
767	(Muskowitgneis, verkieselt, lithiumhaltig); südlich vom Kahleberg bei Altenberg i. Erzgeb.	s?	Y
768	(Muskowitgneis, verkieselt, lithiumfrei); Abendleithenweg, südwestlich von Bärenburg bei Altenberg i. Erzgeb.	—	Y

	Zwitter, pneumatolytisch umgewandelter Gneis:		
769	(Muskowitgneis); Pinge in Sadisdorf i. Erzgeb.	s	Y
770	(„ Zwitterband); Pinge in Sadisdorf i. Erzgeb.	s?	—
771	„ Kupfergrube Sadisdorf i. Erzgeb	s	Y
772	(„ stark lithiumhaltig, aus der Nähe des Granites); Kupfergrube Sadisdorf i. Erzgeb.	s–ls	Y
773	(unterer Gneis); Halde zwischen Klösenberg und Mückentürmchen, Graupen i. Böhmen	s	Y?
774	(unterer Gneis, teilweise chloritisiert); Preißelberger Pinge, Graupen i. Böhmen	—	—
775	(unterer Gneis); Pinge Klösenberg bei Graupen i. Böhmen	s?	—
776	(„ „ stark lithiumhaltig); Göpelschacht beim Mückentürmchen, Graupen i. Böhmen	—	—
777	(unterer Gneis, an Arsenkiesgang anliegend); Pinge Klösenberg Graupen i. Böhmen	s	—
778	(unterer Gneis, an Zinnsteingang anliegend); Luxer Gang, Mariaschein, Graupen i. Böhmen	s–ls	—
779	(unterer Gneis, lithiumreich); Preißelberger Pinge bei Graupen i. Böhmen	s?	—
780	(unterer Gneis, lithiumreich); Verwerfungskluft des Luxer Ganges, Mariaschein, Graupen i. Böhmen (Ph. Schiller)	s	Y
	Zwitter, pneumatolytisch umgewandelter Gneisglimmerschiefer:		
781	Sauberg bei Ehrenfriedersdorf i. Erzgeb.	—	—
782	(stark verzwittert und arsenkiesreich); Sauberg bei Ehrenfriedersdorf i. Erzgeb.	—	—
	Zwitter, pneumatolytisch umgewandelter Granitporphyr:		
783	(zinnreich, lithiumfrei); Nähe der Kirche von Zinnwald	s	Y
784	obere Pinge, Altenberg i. Erzgeb.	s	Y
785	Preißelberger Pinge, Graupen i. Böhmen	—	Y?
786	(topasreich); Preißelberger Pinge, Graupen i. Böhmen (Ph. Schiller)	ls	—
787	(verkieselt); Halde südlich von Altenberg i. Erzgeb.	s?	Y
788	(reich an Roteisenstein); Hoher Busch bei Geising i. Erzgeb.	—	—
789	(reich an Fluorit); Hoher Busch bei Geising i. Erzgeb.	—	Y
	Zwitter, pneumatolytisch umgewandelter karbon. Porphyr:		
790	(Zwitterband, lithiumhaltig); Bärenfels bei Altenberg i. Erzgeb.	s	—
791	(lithiumfrei); Schellerhau bei Altenberg i. Erzgeb.	s?	—
792	(verkieselt); zwischen Bärenfels und Schellerhau bei Altenberg i. Erzgeb.	s	—
	Zwitter, pneumatolytisch umgewandelter Teplitzer Quarzporphyr:		
793	(topasreich, völlig umgewandelt); Guttenschacht, Zinnwald	s?	Y
794	(lithiumfrei); Seegrund, Zinnwald	—	Y
795	(lithiumfrei, völlig umgewandelt); Seegrund, Zinnwald (Ingenieur Eisentraut)	—	Y?
796	(zinnreich); Gnade-Gottes Grube, Zinnwald (Ingenieur Eisentraut)	s	Y
797	St.-Michaelis-Fundgrube, Zinnwald	s	Y
798	(am Zinnflöz direkt anliegend, völlig umgewandelt, sehr lithiumreich); Nieder-Vereinigt-Feldfundgrube, Zinnwald	s–ls	Y
799	(weiter ab vom Flöz, Struktur erhalten); Nieder-Vereinigt-Feldfundgrube, Zinnwald	s–ls	Y
800	Franzosenstein bei Zinnwald (Ingenieur Eisentraut)	s?	Y
801	Kleine Greisenkuppe bei Altenberg	s	Y!
802	(sehr topasreich); Raubschloß zwischen Zinnwald und Graupen (Ph. Schiller)	—	Y

	Zwitter, pneumatolytisch umgewandelter Teplitzer Quarzporphyr:		
803	(an Granitapophyse anliegend); Gnade-Gottes-Grube, Zinnwald (Ingenieur Eisentraut)	s?	Y
804	(an Granitapophyse anliegend); St.-Michaelis-Fundgrube, Zinnwald	s	Y!
805	(an Granitapophyse anliegend); Gnade-Gottes-Grube, Zinnwald (Ingenieur Eisentraut)	s?	Y
806	(verkieselt); Kahleberg bei Altenberg i. Erzgeb.	s?	Y
807	(Zwitterband, lithiumfrei); Kahleberg bei Altenberg i. Erzgeb.	—	Y!
808	(verkieselt und zersetzt); Kahleberg bei Altenberg i. Erzgeb.	s	Y?
809	(verkieselt); Bärenfels bei Altenberg i. Erzgeb.	—	—
810	(Quarz, Muskowit, Topas, Zinnstein führend); Kahleberg bei Altenberg i. Erzgeb.	s?	Y
	Zwitter, pneumatolytisch umgewandelter Gangporphyr:		
811	(felsitisch); Halde zwischen Klösenberg und Mückentürmchen bei Graupen	—	—
812	(felsitisch); Mückenberg bei Graupen (Ph. Schiller)	s?	Y
	Zwitter, turmalinisierter und topasierter Quarzporphyr usw.:		
813	(Quarzporphyrbreccie); östlich vom Schneckenstein i. Erzgeb. (Dr. Schröder)	s?	—
814	(Topasgangbreccie); westlich vom Schneckenstein i. Erzgeb. (Dr. Schröder)	ls	Y
815	(Turmalinschieferbreccie); Schneckenstein i. Erzgeb. (Dr. Schröder)	s–ls	Y
816	Grubenwasser: (zinn- und kupferhaltig); tiefer Martinistollen (Graupen) (Ph. Schiller)	—	—
	Schlacken:		
817	(alte Zinnschlacke); St.-Michaelis-Fundgrube, Bärenstein bei Altenberg i. Erzgeb. (Bergverwalter Schmidt)	ls	—
818	(Zinnschlacke, stark lithiumhaltig); alte Schlackenhalden bei Sadisdorf i. Erzgeb.	ls	Y
819	(Zinnschlacke, kupfer- und lithiumhaltig); alte Schlackenhalden bei Sadisdorf i. Erzgeb.	ls	Y
820	(Zinnschlacke); Altenberg i. Erzgeb. (Bergverwalter Schmidt)	ls–st	Y!
821	(Zinnschlacke, Zinnwalder Erze); Altenberg i. Erzgeb. (Bergverwalter Schmidt)	st	Y
822	(Zinnschlacke); Nicolaier Schmelzhütte bei Voitsdorf, Müglitztal (Ph. Schiller)	—	—
823	(Zinnschlacke); Weißenstadt i. Fichtelgeb. (Dr. Schmidt)	—	—
824	(Zinnschlacke, kupferreich); Weißenstadt i. Fichtelgeb. (Dr. Schmidt und Dr. Hauser)	—	—
825	(Schlacke aus der Wolframstahlfabrik Remy); Hagen i. Westf.	st	Y

Ein Mineral, welches Skandium als wesentlichen, nicht bloß akzessorischen Bestandteil führt, hat sich auch diesmal nicht gefunden, denn der Wiikit kann als ein solches nicht angesehen werden, da Proben, die alle den Pegmatiten des Kirchspiels Impilacks entstammen und sonst durchaus identisch erscheinen, sich in bezug auf die Menge des Skandium gänzlich verschieden verhalten, z. B. 654 und 655.

Sucht man nun aus den Tabellen diejenigen Mineralien aus, welche Skandium in chemisch nachweisbarer Menge führen, so zeigt sich, daß

sie alle Graniten oder noch spezieller Pegmatiten (Norwegen, Schweden, Finnland, Elba, Swazieland usw.) entstammen, denn die Zinn und Wolfram führenden Erzgänge wie die von Zinnwald, welche ein durchaus pegmatitisches Aussehen haben, werden von den Geologen jetzt auch als pegmatitische Gebilde aufgefaßt[1].

Auf diesen Zusammenhang zwischen den Pegmatiten und dem reichlichen Vorkommen des Skandium, welcher mir früher entgangen war, machte Hr. Vernadsky[2] bereits 1908 auf Grund der ersten von mir publizierten Resultate aufmerksam. Das jetzt neu hinzugekommene, in obiger Tabelle gegebene Material bestätigt durchaus diese Ansicht.

In welchen Mineralien der Pegmatite das Skandium sich konzentriert, hängt natürlich von den herrschenden Verhältnissen ab, so ist in den finnischen Pegmatiten das Skandium im Monazit (Phosphat), in einem kleinen Teile des Wiikites (Titanoniobat) und im schwarzen Glimmer (Nr. 433) abgeschieden, im Pegmatite des Swazielandes dagegen im Zinnstein (SnO_2) und im Äschynit (Titanoniobat), während der Monazit davon völlig frei ist.

Wahrscheinlich ist es möglich, die Bedingungen für die Bildung skandiumreicher Mineralien noch weiter zu spezialisieren, wenn die Resultate, welche die Untersuchung der zahlreichen Zinn- und Wolframerze ergab, in Beziehung zu der im großen und ganzen bekannten Entstehung der verschiedenen Zinn- und Wolframlagerstätten gebracht werden. Bei der Besprechung der Vorkommen des östlichen Erzgebirges, die allein mir in ihren geologischen Einzelheiten für einen derartigen Versuch genügend genau bekannt sind, werde ich auf diese Frage nochmals zurückkommen. Hier seien noch einige Bemerkungen zu den Tabellen angeführt. Es mußte vom chemischen Standpunkte aus auffällig erscheinen, daß Skandium in mehreren sulfidischen Erzen enthalten ist, so in dem Bleiglanz (39), dem Kupferglanz (174), der Zinkblende (686), dem Arsenkies (375, 376), dem Fahlerz (408, 409, 410) von Zinnwald. Eine Untersuchung der betreffenden Stücke hat nun gezeigt, daß in diesen Fällen kein reines, sondern von Zinnstein, Wolframit oder Lithiumglimmer (letzterer meist völlig zersetzt, so daß sich sein Skandium konzentriert hat) durchwachsenes Mineral vorliegt. Den Bleiglanz durchsetzten z. B. feine grünliche Adern von zersetztem Lithiumglimmer, der Arsenkies und das Fahlerz hatten sich um Stücke von zinnhaltigem Greisen abgeschieden. Lagen wirklich reine Stücke zur

[1] R. Beck, Lehre von den Erzlagerstätten, 1909. I. S. 272, II. S. 54.

[2] Vernadsky, Zur Frage über die Verbreitung des Skandium. Bulletin de l'Academie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. 1908, S. 1273.

Untersuchung vor, die übrigens selten in Zinnwald aufzufinden sind, so ist Skandium nicht nachweisbar (Zinkblende [318], Zinnkies [693], Bleiglanz [694]). Auch die sulfidischen Zinnerze von Bolivia (Frankeit [326], Kylindrit [327]), der Zinnkies von St. Agnes (325) und der Kupferglanz (585) der Bottalackgrube in Cornwall, der zinn- und wolframführende Kupferkies[1] (589) von Niederpöbel, der zinnhaltende Arsenkies (8) von Altenberg, welche allesamt Gegenden mit reichlich skandiumhaltigen Zinnerzen entstammen, sind skandiumfrei. Besonders interessant in dieser Beziehung verhielt sich Kupferkies (586), der in kleinen Körnern aus stark skandiumhaltigem Wolframit rein isoliert werden konnte. Dieser Kies sowohl als auch ein kleines Stück Erz, welches aus einer innigen Verwachsung von Kupferkies und Wolframit bestehend, ein silberweißes Mineral (594) bildete, sind skandiumfrei gewesen. Es hat sich weiter bei der vorliegenden Untersuchung gezeigt, daß Zinnerze aus Gruben, die auch reichlich sulfidische oder arsenhaltige Erze führen, meist skandiumfrei oder doch wenigstens skandiumarm sind.

Während das Fehlen dieses Elementes in sulfidführenden Gruben vom chemischen Standpunkte aus erklärlich ist, ließen sich bisher keine Gründe dafür angeben, daß in den Zinnerzen, deren Entstehung mit dem pneumatolytischen Prozesse der Turmalinisierung verbunden ist, ebenfalls in den meisten Fällen Skandium fehlt. Das gleiche ist für die umgekehrte Erscheinung zu sagen, nämlich für die starke Anreicherung des Skandium im Holzzinn von Cornwall (334) und Bolivia (328) gegenüber dem schwach skandiumhaltigen Zinnstein und den skandiumfreien Zinnsulfiden (325, 326, 327) derselben Lagerstätten.

Nach diesen allgemeinen Untersuchungen über das Vorkommen des Skandium auf der Erde überhaupt war noch die Frage zu erledigen, wie sich nun dieses Element in einem der obengenannten skandiumreichen Gebiete verteilt. Als besonders geeignet hierfür mußte die Kette postdyasischer Granite angesehen werden, welche auf einer nahezu geradlinigen Spalte zwischen Graupen und Sadisdorf emporgedrungen sind. Dieses erzgebirgische Granitgebiet ist nämlich durch jahrhundertealten, noch jetzt umgehenden Bergbau in sehr vollständiger Weise aufgeschlossen, und weiter ist es durch die umfassenden

---

[1] Der Zinn- und Wolframgehalt deutet darauf hin, daß dieser Kupferkiesgang (Hohe Eule) ebenso seine Entstehung der Eruption des Sadisdorfer Granites verdankt wie die dortigen Zinn- und Wolframerzgänge, die ihrerseits wieder etwas Kiese führen. Solche Verwandtschaften lassen sich häufig nachweisen. Als besonders markante Fälle seien das reichliche Vorkommen von Zinn im gediegenen Wismut von Johanngeorgenstadt und in dem Kupferkies von Katharinaberg angeführt.

ausgezeichneten Arbeiten von J. Dalmer und R. Beck[1] in geologischer Hinsicht in allen seinen Einzelheiten bekannt. Der Verfasser hat sich daher 1908 und mit Hilfe einer von der Akademie gewährten Reiseunterstützung auch 1909 mehrere Wochen hindurch in dieser Gegend aufgehalten und reiches Material an Gesteinen und Erzen gesammelt.

Am geologischen Aufbau dieser Gegend des Erzgebirges beteiligen sich folgende Formationen und Gesteine:

I. Gneisformation (unterer und oberer Gneis).
II. Phyllitformation.
III. Steinkohlenformation.
IV. Ältere Eruptivgesteine (Teplitzer Quarzporphyr, Granitporphyr, Granit).
V. Jüngere Eruptivgesteine (Basalt).

Von diesen Gesteinen haben die verschiedenen Gneise, speziell die in Zinnwald selbst gesammelten (Nr. 444, 445), einen kleinen, durchaus normalen Skandiumgehalt, der karbonische Porphyr, Tuff, Arkosesandstein sowie der wohl hier hinzugehörende schwarze Granitporphyr von Schellerhau (Nr. 513) und ebenso die Gangporphyre einen vielfach kaum nachweisbaren, die Phyllite dagegen einen relativ hohen (s–sl). Bei dem Granitporphyr und ebenso dem Teplitzer Quarzporphyr scheint die vorhandene Skandiummenge vom Glimmergehalt abzuhängen; so ist der gänzlich glimmerfreie, granitische Granitporphyr (Nr. 512) ganz frei von diesem Element, aber selbst glimmerreiche Varietäten (Nr. 162, 163) sind skandiumarm. Man kennt aber alle diese Gesteine (mit Ausnahme der Phyllite) in pneumatolytisch[2] veränderter Beschaffenheit (Zwitter), und da zeigt sich, daß diejenigen Stücke Skandium etwas (meist freilich nur wenig) angereichert enthalten, die in der Nähe skandiumreicher Granite gefunden sind, gleichgültig, wie der Umwandlungsprozeß verlaufen ist. Es wandert also Skandium ebenso wie Kieselsäure, Zinn, Lithium, Fluor usw. bei der Verzwitterung in die Gesteine ein. Man könnte freilich denken, daß durch die bei der Verzwitterung vor sich gehenden chemischen Prozesse nur eine Konzentration des ursprünglich schon im Gestein vorhandenen Skandium hervorgerufen wird; dies ist aber für die meisten Fälle sicher nicht richtig. Besonders instruktiv in dieser Beziehung ist das Verhalten des Teplitzer Quarzporphyrs, der in Zinnwald kristallreich entwickelt ist und außer spärlich vorkommenden Nestern von Glimmer

[1] Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen. Sektion 119 und 120.

[2] Ob pneumatolytische oder hydrothermale Umwandlung oder beide stattgefunden haben, ist zurzeit nicht zu entscheiden. Allein um Wiederholungen zu vermeiden, ist hier stets der Ausdruck »pneumatolytisch« gebraucht worden.

nur sehr wenig von diesem Mineral zu enthalten scheint, so daß sich Skandium nicht immer mit Sicherheit in dem ganz unangegriffenen Gestein nachweisen läßt und daher eine bei der Verzwitterung stattfindende Skandiumkonzentration von vornherein unwahrscheinlich ist.

Nun habe ich äußerst stark umgewandelten Quarzporphyr (798), der direkt an einem Zinnsteinflöz anlag, untersucht, und es fand sich, daß dieser nicht nur außerordentlich lithium- und zinnreich geworden war, sondern auch Skandium in relativ beträchtlicher Anhäufung enthielt. Würde hier diese Anhäufung durch Konzentration eines ursprünglich im Gestein vorhandenen Minerales stattgefunden haben, so hätte ein weiterab vom Flöz entnommenes Stück (799), welches infolge bedeutend geringerer chemischer Einwirkungen die Quarzporphyrstruktur völlig beibehalten hat, skandiumärmer als das stark zersetzte sein müssen. Dies war aber keineswegs der Fall. Weiterhin müßte der bis fast zur Unkenntlichkeit verzwitterte Porphyr vom Guttenschacht in Zinnwald (793), ebenso die sehr stark umgewandelten Stücke vom Seegrund (794, 795) wesentlich skandiumreicher sein als die viel weniger stark affizierten gut erhaltenen Stücke Nr. 796, 797. Der Skandiumgehalt ist aber im Gegenteil für Nr. 793, 794, 795 kleiner als für die Stücke Nr. 796 und 797. Noch beweiskräftiger ist es, daß der zwischen zwei sehr starke Umwandlungen zeigenden Zwitterbändern (348) befindliche und nur wenig angegriffene Quarzporphyr (208) die gleiche Skandiummenge aufweist wie diese Bänder. Es findet sonach bei der Verzwitterung des Teplitzer Quarzporphyrs, ja überhaupt bei einer Berührung desselben mit dem Granit (803, 804, 805), zweifellos eine Einwanderung des Skandiums von außenher statt, genau wie auch eine solche des Lithiums bekannt ist. Zwischen diesen beiden Elementen besteht sogar eine gewisse Analogie in bezug auf das Einwandern. Es sind nämlich fast immer verzwitterte Gesteine, ganz gleichgültig welcher Art, dann lithium- und auch skandiumreicher, wenn sie aus der Nachbarschaft eines Erzganges, einer Imprägnationskluft oder des Granits selbst stammen, als wenn sie weiter ab von diesen Stellen gesteigerter pneumatolytischer Tätigkeit genommen worden sind. Hierdurch wird auch erklärt, daß der weitab vom Zinnwalder Granit befindliche verzwitterte Quarzporphyr des Seegrundes sowohl lithium- als auch skandiumfrei ist, der näher am Granit liegende (796, 797) beide Elemente, wenn auch nur schwach, enthält, während die Stücke aus der Nachbarschaft eines Zinnsteinflözes (798, 799) außerordentlich reich an Lithium und beinahe reich an Skandium sind. Enthält der einwirkende Granit überhaupt kein Skandium, so sind auch die umgewandelten älteren Gesteine, insbesondere der verzwitterte Quarzporphyr frei davon, wie z. B. der vom Raubschloß (802), welcher

seine Umwandlung dem skandiumfreien oder zum mindesten sehr skandiumarmen Granit des Preißelberges bei Graupen verdankt. Auf welchem Wege die Einwanderung erfolgt, ist nicht zu sagen. Es wird fast allgemein angenommen, daß bei der Entstehung von Zinnerzlagern, speziell der Zinnwalder Gegend, fluorhaltige Gase oder Lösungen mitgewirkt haben, und auch in dem verzwitterten skandiumführenden Quarzporphyr ist Fluor (als Fluorit) nachweisbar vorhanden, aber das Skandiumfluorid ist, wenigstens unter Laboratoriumsbedingungen, unlöslich und nur bei der sehr hohen Temperatur des Bogens verdampfbar. Es kann daher bei der Imprägnierung mit Skandium die Einwirkung von Fluor nur als zweiter Akt der Imprägnation, etwa als Fixierung des bereits eingewanderten Skandium, angesehen werden. Beiläufig sei noch erwähnt, daß die Imprägnierung der Gesteine rings um den Zinnwalder Granit herum überhaupt nicht gleichartig ist; so war schon gesagt worden, daß sich Lithium und Skandium um so spärlicher absetzen, je weiter die Fundorte von Erzgängen oder dem Granit selbst entfernt sind. Im Gegensatz hierzu kann man das Silizium, das Fluor und das Zinn in viel weitere Entfernungen hin verfolgen. Es ist z. B. bekannt, daß einige Zinngruben des schon öfter genannten Seegrundes bei Zinnwald eine gute Ausbeute an Zinn gaben, und auch der verzwitterte Granitporphyr (783) von Zinnwald, der lithiumfrei ist, enthält mehrere Prozent Zinn.

Die Imprägnationshöfe um die anderen Granite dieser Gegend, besonders um den Bärensteiner Granit, zeigen noch größere Verschiedenheiten: Verkieselung, Chloritisierung, Verzwitterung mit Lithiumeinwanderung. Alle diese Prozesse können außerdem noch sowohl mit reichlicher als auch mit spärlicher Zinneinwanderung verknüpft sein. In den oben gegebenen Tabellen findet man zahlreiche Beispiele für diese höchst großartige und noch viel zu wenig studierte chemische Tätigkeit der Natur.

Nicht wesentlich anders als die soeben behandelten Gesteine verhalten sich die Granite zwischen Graupen und Sadisdorf. Es sollen spezieller hier nur die Verhältnisse besprochen werden, welche der Zinnwalder Granit bietet, da diese sich besonders gut verfolgen lassen und außerdem typisch für die Granite dieser Gegend sind.

Der Zinnwalder Granit enthält selbst in den ganz frischen Partien, wie man sie meist nur noch in Apophysen (471, 472, 473) antrifft, Skandium. Dasselbe ist in dem Glimmer und den Erzen des Granites enthalten, da es weder der Quarz (206) noch die Feldspate, speziell der zinnhaltige Orthoklas (607, 608) bei der spektrographischen Analyse erkennen lassen. Ob es im Glimmerminerale selbst vorkommt oder in den im Glimmer enthaltenen kleinen Erzpartikeln, konnte nicht

entschieden werden[1]. Wahrscheinlich ist aber letztere Annahme richtig, da stark zersetzter Glimmer (425) gleichzeitig zinnreich und ziemlich skandiumreich ist. Die petrographisch verschiedenen Granitbildungen (z. B. 464, 468), welche in Zinnwald auftreten, zeigen keine wesentlichen Unterschiede in der Skandiumführung, auch stärkere lokale Unterschiede scheinen nicht vorhanden zu sein. Verschiedenen Stellen des Granitmassivs entnommene Proben (460—473) sind vielmehr fast gleich stark infiziert.

Der Skandiumgehalt des aus dem Zinnwalder Granit entstandenen Greisen hängt gleichfalls von dem Gehalte des Gesteins an Erzen (159) oder an Glimmer (521) ab. So sind Stücke, welche aus der Nähe eines Flözes (466) stammen, reicher als solche, die weiter ab davon entnommen worden sind (467). Dieses deutet darauf hin, daß das Skandium, ebenso wie beim Granit, in den Erzen und eventuell im Glimmer enthalten ist. Gerade diese Mineralien verdanken aber ihre Entstehung der die Graniteruption begleitenden Ausstoßung metallführender heißer Lösungen oder Gase. Es unterliegt daher keinem Zweifel, daß das Skandium genau ebenso wie die anderen Metalle (Zinn, Wolfram) durch derartige Vorgänge aus dem Magma an die Erdoberfläche gekommen ist, um so mehr als man bei dem Studium des Quarzporphyrs zu demselben Schluß kam. Vermutlich wird übrigens auch in dem letztgenannten Gestein das Skandium in dem Zinnstein und eventuell dem Lithiumglimmer gebunden sein. Leider ließ sich bis jetzt nicht entscheiden, in welcher Bindung dieses Element in den Erzen vorhanden ist, sonst könnte man noch weiter gehen. In den Erzen ist das Skandium ziemlich gleichmäßig verteilt, wie von verschiedenen Stellen entnommene Proben zeigen (295, 302, 673, 674 und 320, 321, 322, 695). Ausnahmsweise scheint es in dem Zinnstein eines Flözes im Quarzporphyr (696) und in einer Zinnsteinkonkretion im Quarzporphyr selbst (697) — letztere stand nicht in Verbindung mit einem Flöz —, etwas spärlicher vorzukommen. Bei der Verwitterung des Wolframites konzentriert es sich in dem schließlich verbleibenden Wolframocker (306). Auch in einigen Erzen jüngeren Alters[2], speziell im Scheelit, ist es reichlich vorhanden. Möglicherweise ist der Scheelit durch eine Umwandlung des Wolframites entstanden, da man in Zinnwald Pseudomorphosen des Scheelites nach Wolframit findet.

---

[1] Sadisdorfer (522, 524—528) und Altenberger (347, 517—519) Greisen zeigen, wenn sie (wie meist) mäßig zinnhaltig sind, die Skandiumlinien nur schwach, wenn sie aber zinnreich sind (523, 346), ziemlich stark. Auch in dem aus dem normalen Greisen beider Orte (698, 699) ausgeschlämmten Zinnstein treten sie stark auf. Diese Beobachtungen zeigen, daß das Skandium dieser beiden Granite in der Hauptsache wenigstens an den Zinnstein gebunden ist.

[2] Erläuterungen S. 92.

Über die Skandiumführung der anderen hierhergehörigen Granite sei nur das erwähnt, daß die Mineralien des Sadisdorfer Granites ebenso reich wie die Zinnwalder sind, weniger enthält der Zinnstein der Paradiesgrube im Schellerhauer Granit und der Zinnstein und Wolframit des Altenberger Granites und noch weniger der Zinnstein von Bärenstein. Die Verhältnisse der Graupner Gegend sind noch nicht genügend geklärt, die Erze einiger Gänge enthalten es nämlich in der Menge wie die von Altenberg, während die Erze anderer Lokalitäten fast frei davon sind, z. B. der Zinnstein der Preißelberger Pinge (708).

Jedenfalls unterscheiden sich die Erze der Granite zwischen Graupen und Sadisdorf durch ihre Skandiumführung ganz einzigartig von denen der übrigen Granite des Erzgebirges (Geyer, Ehrenfriedersdorf, Abertham, Hirschenstand, Breitenbrunn, Schlaggenwald, Tirpersdorf) und des Fichtelgebirges[1]. In diesen ist nämlich Skandium höchstens nur in der Menge vorhanden, in welcher es auch sonst fast allgemein vorkommt. Man wird daher aus dieser Tatsache schließen müssen, daß die Granite zwischen Graupen und Sadisdorf einem einzigen Magmaherd entstammen, auch wenn sie und ihre Imprägnationshöfe nicht eine so sehr große Ähnlichkeit untereinander zeigten.

Die Ausführung der vorliegenden Arbeit ist nur durch Anwendung der direkten spektrographischen Untersuchung von Gesteinen und Mineralien möglich gewesen. Man wird sie stets da mit Vorteil anwenden können, wo man schnell und ohne Mühe die qualitative Zusammensetzung eines Minerals oder Gesteins kennen lernen oder diejenigen Bestandteile finden will, für die entweder gute chemische Reaktionen noch fehlen (z. B. die Erdsäuren) oder die in zu geringer Menge, etwa als Mineralisatoren, vorhanden sind, als daß sie auf chemischen Wege gefunden werden könnten. Die petrographische und noch mehr die chemische Analyse wird freilich nie durch die spektrographische Analyse ganz ersetzt werden können[2].

Es bleibt mir nur noch übrig, allen den Herren, die meine Untersuchungen durch Überlassung von Gesteinen und Erzen förderten,

[1] Bei der Greisenbildung im östlichen Erzgebirge, von Markersbach an bis Geyer und Ehrenfriedersdorf inklusive, reichert sich stets (im Vergleich mit dem ursprünglichen Granit) Lithium an, bei den Graniten des westlichen Erzgebirges und des Fichtelgebirges enthält der Greisen dagegen weniger Lithium als der Granit.

[2] Bei Ausführung der vorliegenden Untersuchung wurde die allgemeine Verbreitung des Titan, Vanadium, Kupfer, Strontium auf der Erde konstatiert, weiterhin wurde gefunden, daß fast alle Eruptivgesteine des Erzgebirges, wenn sie auch nicht mit Zinnerzlagerstätten in Verbindung stehen, z. B. Gneise, Quarzporphyre, Granitporphyre, selbst Basalte (letztere durch Einschmelzung älterer zinnhaltiger Gesteine) schwach zinnhaltig sind.

meinen Dank auszusprechen, vor allem Hrn. S. Pels-Hamburg, Hrn. Zinnwerkbesitzer Ph. Schiller-Graupen, Hrn. Kgl. Sektionsgeologen Dr. M. Schröder-Gera, welche mir große Suiten zur Verfügung gestellt haben. Ganz besondern Dank schulde ich Hrn. Oberbergrat Prof. Dr. R. Beck-Freiberg, der mir nicht nur wertvolle Stücke überließ, sondern auch eine größere Anzahl von Gesteinen petrographisch bestimmt hat und überhaupt mich jederzeit in bereitwilligster Weise mit seinem fachmännischen Rat unterstützt hat.

Ausgegeben am 28. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE 1910.

XXIII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

28. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Burdach las über Sinn und Ursprung der Worte »Renaissance« und »Reformation«. (Ersch. später.)

Entgegen der herrschenden Ansicht, »Renaissance« beruhe auf einem erst von Vasari für das Erwachen der italienischen Kunst durchgesetzten Ausdruck und bedeute die »Wiederherstellung antiker Cultur«, ergiebt sich, dass »Renaissance« wie »Reformation«, ursprünglich identische Begriffe religiösen Charakters, einerseits die innere Wiedergeburt oder Neugestaltung des Individuums, anderseits die ideale Umwandlung der (kirchlichen, politischen, socialen) Gemeinschaft bezeichnen, durch Joachim von Fiore, den heiligen Franz und die Joachimiten in Umlauf gebracht, von Dante, Rienzo und Petrarca bewusst auf das Weltliche ausgedehnt und auf Grund mittelalterlicher wie antiker chiliastischer und imperialistischer Traditionen von der Wiederkehr des goldenen Zeitalters fortgebildet sind.

2. Hr. Koser überreichte den Jahresbericht über die Herausgabe der Monumenta Germaniae historica.

3. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: von Hrn. Harnack Bd. 18 der von der Kirchenväter-Commission der Akademie herausgegebenen Griechischen christlichen Schriftsteller der ersten drei Jahrhunderte, enthaltend Tl. 1 der Esra-Apokalypse (IV. Esra) hrsg. von B. Violet. Leipzig 1910 und sein eigenes Werk: Ein jüdisch-christliches Psalmbuch aus dem ersten Jahrhundert. Leipzig 1910; von Hrn. Koser: Monumenta Germaniae historica. Legum Sectio IV. Constitutiones et acta publica imperatorum et regum. Tom. 8, Pars 1. Hannoverae et Lipsiae 1910; von Hrn. Meyer seine Kleinen Schriften zur Geschichtstheorie und zur wirtschaftlichen und politischen Geschichte des Altertums. Halle a. S. 1910; von Hrn. von Wilamowitz F. und W. Frhrn. Hiller von Gaertringen, Familiengeschichte der Freiherrn Hiller von Gaertringen. Berlin 1910.

Seine Majestät der Kaiser und König haben durch Allerhöchsten Erlass vom 6. April die Wahl des bisherigen correspondirenden Mitgliedes der physikalisch-mathematischen Classe Lord Rayleigh in Witham (Essex) zum auswärtigen Mitglied derselben Classe zu bestätigen geruht.

Jahresbericht über die Herausgabe der Monumenta Germaniae historica.

Von Reinhold Koser.

An der 36. Plenarversammlung der Centraldirection der Monumenta Germaniae historica, die vom 21. bis 23. April d. J. in Berlin tagte, beteiligten sich die HH. Prof. Bresslau aus Straßburg i. E., Hofrat Prof. Luschin Ritter von Ebengreuth aus Graz, Prof. von Ottenthal und Prof. Redlich aus Wien, Geheimrat Prof. von Riezler aus München, Geh. Hofrat Prof. Steinmeyer aus Erlangen, Prof. Werminghoff aus Königsberg i. Pr. sowie die hiesigen Mitglieder Geh. Justizrat Prof. Brunner, Wirkl. Geh. Oberregierungsrat Koser als Vorsitzender, Geheimrat Prof. Schäfer, Geh. Hofrat Prof. von Simson, Prof. Tangl, der das Protokoll führte, und Prof. Zeumer. Am Erscheinen verhindert waren Hr. Geh. Regierungsrat Prof. Holder-Egger durch eine zur Kräftigung seiner Gesundheit angetretene Erholungsreise und Hr. Staatsarchivar Archivrat Krusch in Osnabrück durch dringende Berufsgeschäfte und wissenschaftliche Arbeiten.

Seit der Erstattung des vorjährigen Berichtes wurden ausgegeben:

In der Abteilung *Scriptores*:

Scriptorum qui vernacula lingua usi sunt tomi VI pars II, ed. J. Seemüller (enthaltend Vorrede, Register und Wörterverzeichnis zu der Österreichischen Chronik von den 95 Herrschaften).

Scriptores rerum Germanicarum in usum scholarum separatim editi: Annales Xantenses et Vedastini rec. B. de Simson. — Helmoldi Cronica Slavorum post Joh. M. Lappenberg rec. B. Schmeidler. Ed. II. — Johannis abbatis Victoriensis liber certarum historiarum ed. F. Schneider. T. I.

In der Abteilung *Leges*:

Constitutiones et acta publica imperatorum et regum. Tomi V pars prior ed. J. Schwalm. — Tomi VIII pars prior ed. K. Zeumer et R. Salomon.

Fontes iuris Germanici in usum scholarum separatim editi: Determinatio compendiosa de iurisdictione imperii auctore anonymo ut videtur Tholomeo Lucensi O. P. ed. M. Krammer.

In der Abteilung *Diplomata*:

Diplomata regum et imperatorum Germaniae. T. IV ed. H. Bresslau.

Vom *Neuen Archiv der Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde*:

Bd. XXXIV Heft 3 und Bd. XXXV Heft 1 und 2.

Im Druck befinden sich sieben Quart- und drei Oktavbände.

Der V. Band der *Scriptores rerum Merovingicarum* ist während des Berichtsjahres im Druck vom 54. bis zum 100. Bogen vorgeschritten und wird binnen kurzem erscheinen. Für den Schlußband ist das Manuskript, soweit es durch Hrn. Prof. Levison beigesteuert wird, zum größten Teile druckfertig. Der Leiter dieser Serie, Hr. Archivrat Krusch, ergänzte seinen unmittelbaren Anteil an Band VI mit Bearbeitung der Vita des Bischofs *Bonitus von Clermont-Ferrand*, auf Grund eines Apparats von 15 Handschriften, und der Vita des Bischofs *Lambert von Maastricht*. Die Arbeiten für die Merowinger-Serie wurden unterstützt durch die HH. Bibliothekare Bureau in St. Omer, Fäh in St. Gallen, Loriquet in Rouen und Warner vom British Museum, sowie durch die HH. Dr. Fabricius in Darmstadt, Privatdozent Funajoli in Florenz, Rektor Dr. Jörres in Ahrweiler, Prof. Wilh. Meyer in Göttingen und P. Poncelet S. J. in Brüssel, der aus den Sammlungen der Bollandisten die Kollationen der Vita Boniti mit gewohnter Gefälligkeit zur Verfügung stellte.

Soweit seine angestrengte Tätigkeit für den Abschluß der Merowinger-Serie es gestattete, ist Hr. Prof. Levison auch mit der Textgestaltung des *Liber Pontificalis* beschäftigt geblieben. Eine Fortsetzung seines Berichtes über die englischen Handschriften erschien im Neuen Archiv XXXV, 2.

Der Leiter der Gesamtabteilung *Scriptores*, Hr. Geh. Regierungsrat Prof. Holder-Egger hat im Zusammenhange seiner Ausgabe der Chronik des Minoriten *Salimbene de Adam* eine ausführliche Darstellung des Lebens Salimbenes in Angriff genommen und daraus zunächst eine Einzeluntersuchung (Salimbene und Albert Milioli) in der Festschrift für Karl Zeumer (Historische Aufsätze, Weimar 1910) veröffentlicht. Seinen Bericht über die von der Kgl. Bibliothek zu Berlin erworbene, bisher völlig unbekannte Widukindhandschrift (saec. XIII) enthält das zur Ausgabe fertige dritte Heft des XXXV. Bandes des Neuen Archivs. Der ständige Mitarbeiter Hr. Privatdozent Schmeidler hat für das Neue Archiv eine weitere Studie zu *Tholomeus von Lucca* fertiggestellt, die eine Wiederherstellung der *Gesta Florentinorum* von 1080 bis 1278 bietet. Hr. Dr. E. Müller prüfte die Handschrift des *Chronicon monasterii Aldenburgensis maius* (Oudenburg bei Brügge), deren Übersendung nach Berlin der Präsident des Großen Seminars zu Brügge,

Hr. Kanonikus C. Callewaert, gütigst gestattete, und entnahm ihr einige in der Ausgabe von Van de Putte (1841) fehlende Abschnitte zur Geschichte des Klosters und des hl. Arnulf; von dem Bericht des Abts Hariulf über seine Verhandlungen mit der römischen Kurie (1141) wird im Neuen Archiv ein verbesserter Abdruck vorgelegt werden.

Für die *Scriptores rerum Germanicarum* übernahm Hr. Dr. Schmeidler nach Erledigung der neuen Helmoldausgabe eine Neubearbeitung des *Adam von Bremen*, die, wie sich schon jetzt absehen läßt, textlich zahlreiche Verbesserungen zu bringen haben wird, zumal aus der Wiener Handschrift von etwa 1200, der Leidener von etwa 1100 und den vier neuen Handschriften, die Hr. Bibliothekar Dr. Björnsö in Kopenhagen neben den sechs dort bereits durch Lappenberg benutzten nachgewiesen hat. Die Ausleihung des Wolfenbüttler Codex verdanken wir Hrn. Oberbibliothekar Prof. Dr. Milchsack. Hr. Geh. Hofrat Prof. von Simson wird seiner Ausgabe der *Annales Xantenses et Vedastini* eine neue Auflage der *Gesta Friderici I.* Ottos von Freising folgen lassen; die für die beiden ersten Auflagen unzureichend herangezogene Handschrift von Seitenstetten hat der Bibliothekar und Archivar des Stiftes, Hr. Prof. Dr. A. Salzer, uns bereitwilligst nach Berlin übersandt; die von Hrn. Privatdozenten Dr. Hofmeister vorbereitete neue Ausgabe der Weltchronik Ottos wird im Laufe dieses Jahres im Druck beendet werden. Seine »Studien zu Cosmas von Prag« setzte Hr. Landesarchivdirektor Dr. Bretholz im XXXV. Bande des Neuen Archivs fort. Hrn. Prof. Uhlirz in Graz ist auf einer seiner für die Zwecke der *Annales Austriae* unternommenen Rundreisen überall die wohlwollendste Förderung seiner Studien zuteil geworden; unser Dank gebührt insonderheit den hochwürdigsten HH. Äbten Leander Czerny (Kremsmünster), Josef Sailer (St. Florian), Amandus John (Melk), Adalbert Dungel (Göttweig), Stephan Röszler (Zwettl) sowie den hochwürdigen HH. Bibliothekaren und Archivaren PP. Friedrich Fiedler (Admont), Beda Lehner und Dr. Bernhard Pösinger (Kremsmünster), Dr. Konrad Schiffmann (Linz), Dr. Justin Wöhrer, Leo Hinterhölzel und Leopold Schiller (Wilhering), Franz Xaver Asendorfer (St. Florian), Dr. Rudolf Schachinger (Melk), Beda Winkler und Dr. Adalbert Fuchs (Göttweig), Benedikt Hammerl (Zwettl), Hermann Pfeiffer und Berthold Černik (Klosterneuburg). Dem im Berichtsjahre erschienenen ersten Band des *Liber certarum historiarum* des Abtes *Johann von Victring* wird der Herausgeber Hr. Dr. Schneider in Rom alsbald nach Fertigstellung des durch Hrn. Dr. Hofmeister bearbeiteten Registers den Schlußband folgen lassen.

Hr. Prof. Seemüller in Wien hat mit der Veröffentlichung des zweiten Teiles von Bd. VI seine verdienstvolle, die Centraldirection zu dauerndem Danke verpflichtende Tätigkeit für die Serie der *Deutschen*

Chroniken nunmehr abgeschlossen. Die jetzt Hrn. Dr. Michel in Berlin übertragenen Arbeiten für die Sammlung der *historischen Lieder* in deutscher Sprache aus der Zeit bis 1500 erfuhr wesentliche Förderung durch die auf Veranlassung des Hrn. Geh. Regierungsrats Prof. Roethe angestellte Untersuchung des Hrn. Dr. Gille über die historischen und politischen Gedichte *Michel Beheims* (Palaestra Bd. XCVI).

Für die durch Hrn. Geheimrat Prof. Brunner geleiteten Serien der Abteilung *Leges* hat Hr. Prof. von Schwind dem Neuen Archiv einen Aufsatz über das Verhältnis der Handschriften der *Lex Baiuwariorum* eingesandt, und Hr. Geh. Justizrat Prof. Seckel ebendort (XXXV, 2) die Ergebnisse seiner Untersuchungen über die Quellen des zweiten Buches des *Benedictus Levita* niedergelegt. Hr. Prof. Tangl ließ den Druck der älteren fränkischen *Placita* beginnen.

In dem unter Leitung des Hrn. Prof. Zeumer stehenden Bereiche dieser Abteilung hat Hr. Dr. Krammer die Grundlage für die neue Ausgabe der *Lex Salica* so weit hergestellt, daß der Druck in absehbarer Zeit beginnen kann; zuvor sollen noch zwei Untersuchungen über die Entstehungsgeschichte und die Textentwickelung des Gesetzes veröffentlicht werden. Der Serie der *Concilia* wird sich als Supplementband eine Ausgabe der Streitschrift Karls des Großen gegen das zweite Konzil von Nizäa, der sog. *Libri Carolini*, angliedern, für deren Bearbeitung Hr. D. Dr. Hubert Bastgen gewonnen worden ist.

Von der Serie der *Constitutiones et acta publica regum et imperatorum* hat Hr. Bibliothekar Dr. Schwalm in Hamburg auch in diesem Berichtsjahr einen Halbband (V, 1) veröffentlicht, der sich über die Anfänge des Doppelkönigtums Ludwigs des Bayern und Friedrichs von Österreich bis 1320 erstreckt. Der Druck des zweiten Halbbandes hat sich ohne Unterbrechung angeschlossen. Ihre Unterstützung liehen dem Herausgeber die HH. Dr. Herre in München, Dr. Hönel und Privatdozent Dr. Hirsch in Wien, Archivar Dr. Schaus in Wiesbaden. Das Ergebnis der im vorigen Berichte erwähnten Reise des ständigen Mitarbeiters der Abteilung *Leges*, Hrn. Dr. Salomon, nach Wien und Italien war die vollständige Sammlung des italienischen Materials für die Constitutiones Karls IV. bis zum Römerzuge von 1355; den Druck des mit dieser Regierungsperiode einsetzenden Bandes VIII haben der Abteilungsleiter und Hr. Dr. Salomon so rasch gefördert, daß der erste Halbband (bis gegen Ende 1347) soeben ausgegeben werden konnte. Hr. Geh. Regierungsrat Prof. Burdach kam den Herausgebern mit dankenswerter Bereitwilligkeit darin entgegen, daß er ihnen mit Genehmigung der Berl. Akad. d. Wiss. seine Ausgabe der Briefe des Cola di Rienzo noch vor der Veröffentlichung zur Benutzung für unsere Sammlung zugänglich machte. Für Zusendung von Urkunden

und Akten oder für Erteilung von Auskunft und Abschriften sind die Herausgeber der *Constitutiones* zu Dank verpflichtet der Großherzoglich Luxemburgischen Regierung und dem Institut Grandueal in Luxemburg, dem Kgl. Preußischen Historischen Institut in Rom, dem k. u. k. Haus-, Hof- und Staatsarchiv in Wien, den staatlichen Archiven in Coblenz, Darmstadt, Dresden, Magdeburg, München, Schwerin, Stuttgart, Weimar, Wiesbaden, den fürstlichen Archiven in Donaueschingen und Wallerstein, den Stadtarchiven in Augsburg, Colmar, Mühlhausen i. E., Mühlhausen i. Th., Nürnberg und Straßburg i. E., dem Germanischen Museum in Nürnberg, der Biblioteca Marciana in Venedig, der Kgl. Bibliothek in Hannover, den Universitätsbibliotheken in Göttingen und Heidelberg. Auch der hochwürdige Hr. Stiftsbibliothekar P. Ambros Tölg in Osseg verpflichtete uns durch geneigte Zusendung einer besonders wertvollen Handschrift. Auf der Gräflich Nostizschen Bibliothek in Prag gelang unter dem Beistand der HH. Prof. Rintelen und Privatdozenten Dr. O. Fischer und D. Šimák die Wiederauffindung des unter dem Namen Codex Nostizianus bekannten Prager Diplomatars.

Die Sammlung der *Tractatus de iure imperii saec. XIII. et XIV. selecti* ist mit dem Erscheinen der von Hrn. Krammer besorgten Ausgabe der *Determinatio compendiosa de iurisdictione imperii* nunmehr eröffnet. Für die Vorbereitung seiner Ausgabe der Schriften des *Marsilius von Padua* konnte Hr. Prof. Otto in Hadamar einen ihm nach Rom erteilten längeren Urlaub durch Heranziehung vatikanischen Materials ausnutzen.

Als Hilfsarbeiter unterstützten Hrn. Prof. Zeumer im Betriebe der seiner Leitung unterstellten Serien der *Leges* die HH. Dr. Schotte und Referendar F. Salomon.

Hr. Prof. Tangl hat das Manuskript des zweiten Bandes der *Diplomata Karolinorum* für die Anfänge Ludwigs des Frommen der Druckerei übergeben und eine zusammenfassende Untersuchung über die Kanzlei dieses Herrschers dem Abschlusse nahegebracht. Als weitere Vorarbeiten veröffentlichte er »Forschungen zu Karolinger-Diplomen« (Archiv für Urkundenforschung II, 2) mit Nachträgen zu den Tironischen Noten, einer Erörterung der Konzeptfrage und einer Gesamtwürdigung der Osnabrücker Fälschungen, die auch sein Aufsatz »Zum Osnabrücker Zehntstreit« (in der Festschrift für Karl Zeumer) berührt. Der ständige Mitarbeiter Hr. Dr. E. Müller hat für die Hildesheimer Überlieferung aus einer Urkunde Heinrichs II. die als Vorlage benutzte verlorene erste Immunitätsverleihung Ludwigs des Frommen herausgeschält und mittels Diktatvergleichung auf den Sommer 815 datiert, womit der terminus ante quem für die bisher unbekannte Zeit der Bistumsgründung gewonnen ist (Archiv für Urkundenforschung II, 3). Zu dem

Apparat der Abteilung hat Hr. Dr. Hirsch Urkundenaufnahmen aus Nonantola beigesteuert.

Nach dem Erscheinen des die Urkunden Konrads in sich schließenden Bandes IV der *Diplomata regum et imperatorum Germaniae* richtete sich die Tätigkeit des Abteilungsleiters Hrn. Prof. Bresslau und seines ständigen Mitarbeiters Prof. Wibel in Straßburg ganz auf die Zurüstung des Druckmanuskripts für den fünften Band. Dank der gütigen Vermittlung der HH. H. Omont in Paris und d'Arbois de Jubainville in Bar-le-Duc war es Hrn. Bresslau gestattet, auf der Stadtbibliothek zu Verdun den literarischen Nachlaß der Erbin des Abbé Clouet zu benutzen, der im vorigen Jahrhundert einen großen Teil der Archivalien des Bistums Verdun und der dortigen Klöster in seinen Besitz gebracht hatte. Bis auf ein im Original noch nicht nachweisbares Diplom Heinrichs III. für das Maria-Magdalenen-Stift sind nunmehr für alle Verduner Salierurkunden die dem 18. Jahrhundert bekannten Überlieferungen wiederaufgefunden worden.

Für die *Diplomata saec. XII* wurden die systematischen Forschungsreisen fortgesetzt. Der Abteilungsleiter Hr. Prof. von Ottenthal in Wien besuchte Paris und Lille, wo auf dem Archiv des Département du Nord die Gruppen von Vaucelles und vor allem von Cambrai (14 Diplome) in Betracht kamen; der Archivar Hr. Bruchet gewährte für die Benutzung weitgehende Erleichterungen. Auf der Bibliothèque Nationale zu Paris wurden unter dem liebenswürdigen Beistande der HH. H. Omont und Ph. Lauer neben einigen Kartularen für Cambrai die Originale und nach Möglichkeit auch die sonstigen Überlieferungen von Maastricht, Lure, Remiremont, St. Maximin, Verdun und Aqua negra bearbeitet. Hr. Privatdozent Dr. Hirsch erledigte auf einer neuen oberitalienischen Reise von Mitte September bis Mitte Oktober die Gruppen Vercelli (Bistum und Kapitel), Turin, Asti, Genua, Chiaravalla della Columba (Parma), Reggio d'Emilia (Kapitel und San Prospero) Nonantola (in Nonantola und Modena), San Giovanni in Perticeto (Bologna). Die Hauptarbeit während des Berichtsjahrs bestand für den Abteilungsleiter und die beiden Mitarbeiter HH. Dr. Hirsch und Dr. Samanek neben der weiteren Ausgestaltung des bibliographischen Repertoriums in der Verarbeitung des auf den Reisen und durch Zusendungen (aus München für die Gruppen Ebrach, Heilsbronn, Kirchberg, Langheim, Michelsberg, Passau; aus Magdeburg und Zerbst für Gottesgnaden und Nienburg) gewonnenen Materials.

Die Drucklegung der Briefe des Papstes *Nicolaus I.* in *Epistolae* VI, 2 hat Hr. Dr. Perels unter Leitung des Hrn. Prof. Werminghoff so weit gefördert, daß die beiden ersten Abschnitte der systematisch gegliederten Ausgabe, d. h. die Briefe über die Eheirrung Lothars II.

und über die Streitigkeiten mit Hincmar von Rheims, im Reindruck vorlagen, während von dem dritten Abschnitt, den sogenannten orientalischen Briefen, die ersten Bogen abgesetzt sind. Die Briefe *Hadrians II.* werden an den Schluß dieses Bandes treten. Den Text des für Band VII bestimmten Registers *Johanns VIII.* hat Hr. Privatdozent Dr. Caspar nebst einer Untersuchung über die Stellung dieses Registers in der Geschichte der Entwicklung des päpstlichen Kanzleiwesens druckfertig vorgelegt. Der Herr Präfekt des Vatikanischen Archivs, Monsignore Ugolini, hat uns durch die gütige Erlaubnis der photographischen Reproduktion der Registerhandschrift zu Dank verpflichtet. Der zweiten Hälfte des VII. Bandes bleiben nach der Absicht des Abteilungsleiters Hrn. Prof. Tangl die römischen Quellen bis zum Ausgang des 9. Jahrhunderts vorbehalten, vornehmlich die Briefe des *Anastasius Bibliothecarius*, die Papstbriefe von *Marinus I.* bis *Johann IX.*, die Traktate des *Auxilius* und *Vulgarius.*

In der Abteilung *Antiquitates* haben sowohl der erzbischöfliche Bibliothekar Hr. Dr. Fastlinger in München, als auch Hr. Pfarrer Dr. A. Fuchs O. S. B. in Brunnkirchen das druckreife Manuskript der von ihnen bearbeiteten Nekrologien der alten Passauer Gesamtdiözese bayrischen wie österreichischen Anteils eingereicht; der Druck der Bände IV und V der Serie *Necrologia* wird somit nach der Rückkehr des Abteilungsleiters Hrn. Geh. Rat Holder-Egger von der Urlaubsreise alsbald beginnen können. Hr. Universitätsprofessor Dr. Strecker in Berlin hat nach seinem im vorigen Herbst erfolgten Austritt aus dem Gymnasialdienst sich dieser Abteilung als ständiger Mitarbeiter verpflichtet. An der Bearbeitung der *Poetae Latini* wird sich neben ihm und den HH. Prof. Ehwald in Gotha und Bibliothekar Dr. Werner in Zürich jetzt auch Hr. Dr. Paul Lehmann in München beteiligen, und zwar für die in Band I—IV der *Poetae aevi Carolini* noch fehlenden metrischen Stücke, während Hr. Strecker sich die Vervollständigung der Rhythmensammlung vorbehalten hat.

Die Centraldirection dankt auf das wärmste dem Auswärtigen Amt des Deutschen Reichs und der Kgl. Bibliothek zu Berlin als den Vermittlern unseres ausgedehnten Handschriftenleihverkehrs, den HH. Beamten der Handschriftenabteilung und des Zeitschriftensaals der Kgl. Bibliothek, der Leitung des Preußischen Historischen Instituts in Rom, dessen Assistent Hr. Dr. Schneider mehr als einer unserer Abteilungen seine Hilfe lieh, der Bibliothèque Nationale in Paris und insonderheit dem unermüdlich für unsere Interessen tätigen Hrn. H. Omont, endlich Hrn. Bibliothekar Dr. Jacobs für die sorgsame und verständnisvolle Verwaltung der in unsern Besitz übergegangenen Traube-Bibliothek.

Notomyota, eine neue Ordnung der Seesterne.

Von HUBERT LUDWIG
in Bonn.

(Vorgelegt am 14. April 1910 [s. oben S. 349].)

Wie der Name *Notomyota* andeuten soll, sind die in dieser neuen Ordnung vereinigten Seesterne durch den Besitz einer besonderen Muskulatur der Armrücken ausgezeichnet, die sich in gleicher Ausbildung bei keinen anderen Seesternen vorfindet. An der Innenseite der Armrückenhaut verläuft nämlich ein Paar von meistens sehr kräftig entwickelten Längsmuskeln, welche nicht wie die bei anderen Seesternen an der Armrückenwand vorkommenden Längsmuskelzüge aus der Scheibe herkommen, sondern erst im proximalen Bezirke des Armrückens, also außerhalb der Scheibe, ihren Ursprung nehmen und sich von dort bis zur Armspitze verfolgen lassen. Bald sind die beiden Muskeln je eines Paares nahe aneinander gerückt, bald durch einen größeren Abstand voneinander getrennt. Ihre Ursprungsstelle liegt, je nach den Arten wechselnd, stets in der Gegend der dritten bis achten oberen Randplatte. Im Verein mit den zwischen den ventralen Skelettstücken der Arme befindlichen Muskeln ermöglichen sie eine Auf- und Niederbewegung der ganzen Arme. Bei der kräftigen Ausbildung der Rückenmuskeln werden dadurch schlagende, peitschende Bewegungen der Arme zustande kommen, vermittels deren die hierhin gehörigen Seesterne offenbar in ähnlicher Weise kurze Strecken schwimmend zurücklegen können, wie das unter den Crinoideen die Comatuliden tun. Bei diesen Bewegungen werden die Scheibe und das basale Anfangsstück der Arme in Ruhe bleiben; der Angelpunkt der Bewegungen wird dem proximalen Ansatze der dorsalen Längsmuskeln entsprechen. Unmittelbar beobachtet sind diese Schwimmbewegungen allerdings noch bei keiner einzigen Art, sondern nur aus dem Vorkommen und der Anordnung der besonderen dorsalen Längsmuskeln der Arme gefolgert. Die Möglichkeit, die Bewegungen der ganzen Arme am lebenden Tier festzustellen, würde aber vielleicht bei dem im nordatlantischen Gebiet auch schon in verhältnismäßig geringer Tiefe lebenden *Pontaster tenuispinus* gegeben sein.

Mit der Ansicht, daß die *Notomyota* im Leben die ganzen Arme rückwärts in die Höhe zu schlagen vermögen, steht im Einklange, daß die konservierten Tiere sehr häufig eine starke Aufwärtsbiegung der Arme darbieten. Ferner paßt dazu die Eigentümlichkeit, daß bei allen hierher gehörigen Arten die Rückenhaut der Arme dünn und nachgiebig ist und die darin befindlichen Skelettstücke (Paxillen) distal von dem Ursprunge des Längsmuskelpaares niemals in festere Verbindung miteinander treten. Auch der Umstand, daß die oberen Randplatten zu den unteren sehr häufig eine alternierende Stellung einnehmen, läßt sich mit jener Bewegungsweise der Arme in Zusammenhang bringen. Endlich sind die Arme zu Schwimmbewegungen auch dadurch besonders geschickt gemacht, daß die Genitalorgane auf die Scheibe beschränkt bleiben, die radialen Blinddärme nur in die Armbasis hineinreichen und die Atmungsorgane in Gestalt der Papulä ebenfalls sich in der Regel nur im Bereich der Scheibe und Armbasis ausbilden. Aus dem Schwimmvermögen dieser Seesterne erklärt sich auch die schwache Entwicklung der Saugscheibe an den Füßchenenden aller hierher gehörigen Formen und ihr fast ausschließliches Vorkommen auf weicher, schlammiger, lehmiger Unterlage, auf welcher sie für mächtiger entwickelte Saugscheiben keine rechte Verwendung haben würden.

Das für die Ordnung kennzeichnende dorsale Längsmuskelpaar der Arme hat bei seinem ersten Bekanntwerden zu einem sonderbaren Irrtum Veranlassung gegeben. Studer (1883, 1884), der diese Muskeln zuerst, bei *Cheiraster gazellae*, gesehen hat, hielt sie nämlich für die Genitalorgane. Erst Sladen (1889) deutet sie bei einigen, leider nicht näher bezeichneten Arten seiner Gattung *Pontaster* als Muskeln, während Perrier (1894) sie bei *Cheiraster mirabilis (= coronatus juv.)* nur als »faserige Bänder« bezeichnet. Von ihrer zweifellosen muskulösen Beschaffenheit konnte ich mich bereits 1903 an *Luidiaster (Cheiraster) gerlachei* und dann 1905 an *Pertinaster (Cheiraster) agassizii*, *Pararchaster spinuliger*, *Benthopecten (Pararchaster) pectinifer* und *cognatus* überzeugen. Alle anderen neueren Untersucher von Seesternen haben diesen bemerkenswerten, eigenartigen Muskeln keine Aufmerksamkeit geschenkt. Um so mehr verdient es hervorgehoben zu werden, daß sie auch bei dem seit 1846 bekannten und so vielfach untersuchten *Pontaster tenuispinus* in bester Ausbildung vorhanden, jedoch bis heute unbeachtet geblieben sind. Ich fand sie ferner bei *Pectinaster cribrellum*, *P. filholi*, *P. hispidus*, *Luidiaster hirsutus*, *L. dawsoni*, *Cheiraster pilosus*, *Ch. niasicus*, *Ch. snyderi*, *Ch. granulatus*, *Gaussaster vanhöffeni*, *Benthopecten incertus* und *B. simplex*, also ausnahmslos bei allen 18 *Notomyota*-Arten, die ich selbst zu untersuchen Gelegenheit hatte. Nimmt man dazu die

oben angeführten Angaben von STUDER über *Cheiraster gazellae* und von PERRIER über *Cheiraster coronatus*, so sind die Muskeln nunmehr bei 20 von den 41 heute bekannten Arten der Ordnung bestimmt festgestellt. Man wird sie demnach mit Sicherheit als eine allgemeine, charakteristische Eigentümlichkeit der ganzen Ordnung bezeichnen können, durch welche sie sich in Gegensatz zu allen anderen Seesternen setzt.

Im übrigen besitzt die Ordnung eine Reihe von Merkmalen, die, jedes für sich genommen, auch bei diesen oder jenen anderen Seesternen vorkommen, aber doch in ihrer Vereinigung den zu den *Notomyota* gestellten Formen einen einheitlichen Grundzug ihrer Gesamtorganisation geben.

Die stets auf die Fünfzahl beschränkten Arme sind im Verhältnis zur Scheibe ziemlich lang. Die fast flache, mehr oder weniger dünne und biegsame Rückenhaut der Scheibe und der Arme besitzt überall mit Stachelchen oder Granula besetzte Skelettplättchen von der Gestalt gut entwickelter oder meistens mehr oder weniger rückgebildeter Paxillen, die sich auf den Armen niemals in ganz bestimmten Reihen ordnen, insbesondere keine deutliche Medianreihe bilden und untereinander in der Regel in keinerlei festere Verbindung treten, sondern durch Abstände voneinander getrennt bleiben. Auf der Scheibe aber lassen sich sehr häufig die primären Skelettplatten des Scheitels (das Zentrale, die fünf primären Interradialia und die fünf primären Radialia) alle oder zum Teil durch ihre relative Größe und durch ihre Stellung herausfinden. Die Papulä beschränken sich stets auf fünf radiale, in der Regel kleine und mehr oder weniger engumgrenzte Bezirke, sog. Papularien, von denen ein jeder unmittelbar an eine primäre Radialplatte oder deren Stelle angrenzt und sich von hier aus nur eine kurze Strecke weit in den proximalen Armabschnitt erstreckt. In den Papularien ordnen sich die einfach kegel- bis schlauchförmigen Papulä oft in mehr oder weniger deutliche Längsreihen und stehen stets einzeln, niemals zu Gruppen vereinigt, in den Skelettlücken. Die oberen und unteren Randplatten sind meistens länger oder doch ebenso lang wie breit, tragen gewöhnlich einen oberen und einen oder mehrere untere größere Stacheln (Randstacheln). Sehr häufig verschieben sich die oberen und unteren Randplatten so zueinander, daß sie eine mehr oder weniger alternierende Stellung aufweisen. Zwischen den aufeinanderfolgenden oberen und unteren Randplatten kommen echte, d. h. mit »Wimperstachelchen« ausgestattete Wimperrinnen niemals vor. Die Terminalplatte der Arme bildet stets für sich allein die Armspitze, ist kräftig entwickelt, stark gewölbt und auf ihrem distalen Bezirke mit einem pinselförmigen Büschel größerer Stacheln besetzt. Die Ventrolateralfelder beschränken sich auf die

Scheibe und sind auch dort meistens nur in geringer Ausdehnung entwickelt; weit in die Arme hinein reichen sie niemals. In der Regel lassen die Ventrolateralplatten eine deutliche Anordnung in eine oder mehrere Längsreihen erkennen, sind aber in der Zahl der in eine Längsreihe eintretenden Platten ganz unabhängig von der Zahl der das Feld begrenzenden Adambulacralplatten und unteren Randplatten. Bei den meisten Arten stoßen von der dritten, vierten, fünften oder sechsten, bei einigen erst von der siebenten oder achten Adambulacralplatte an die Adambulacralplatten unmittelbar an die unteren Randplatten. Bei jungen Tieren fehlen die Ventrolateralplatten anfänglich gänzlich, wie ich das z. B. bei *Cheiraster snyderi* und bei *Benthopecten pectinifer* und *incertus* feststellen konnte und auch Sladen (1889) bei *Benthopecten antarticus* und *B. simplex* (= *armatus* Sladen) beobachtet hat. Die Zahl der Ventrolateralplatten und die Ausdehnung des von ihnen eingenommenen Feldes nimmt, wie bei anderen Seesternen, mit dem Alter des Tieres zu. Die Adambulacralplatten übertreffen an Zahl immer die unteren Randplatten; meistens kommen auf zehn untere Randplatten im Bereiche des proximalen Armabschnittes 13—18, seltener nur 11 oder 12 oder 18—24 Adambulacralplatten. Der ambulacrale Rand der Adambulacralplatten ist mehr oder weniger konvex oder stumpfwinkelig und mit einer Reihe von gewöhnlich stäbchenförmigen Stacheln besetzt. Auf der ventralen Oberfläche der Platten zeichnen sich ein oder zwei oder drei, dann in einer Querreihe stehende Stacheln durch stärkere Ausbildung aus, die im folgenden als »Subambulacralstacheln« im engeren Sinne benannt werden sollen. In ähnlicher Weise wie die Adambulacralplatten sind die Mundeckplatten bewaffnet; von den Stacheln ihres ambulacralen Randes ist der innerste oder auch sein Nachbar fast immer durch größere Dicke und Länge ausgezeichnet. Die Madreporenplatte liegt stets frei, überwächst niemals benachbarte Paxillenbasen und stellt immer eine besondere, selbständige Platte dar, welche sich unmittelbar an den distalen Rand der betreffenden primären Interradialplatte anlagert. Pedicellarien können ganz fehlen, namentlich bei jüngeren Tieren; sind sie ausgebildet, so haben sie entweder eine zweiklappige oder büschelförmige oder, was häufig ist, eine kammförmige Gestalt und stehen im letzteren Falle immer über je zwei Skelettplatten. Eine Afteröffnung ist bei allen vorhanden. Die Füßchen endigen mit einem immer nur kleinen und unansehnlichen Saugscheibchen.

Bezüglich der inneren Organe stimmen alle Mitglieder der Ordnung ebenfalls in einer Reihe von Punkten miteinander überein. Superambulacrale Skelettstücke fehlen stets. Die gesondert entspringenden radialen Blinddärme sind immer von auffallender Kürze;

sie reichen entweder gar nicht bis in die Arme oder nur in deren basales Anfangsstück; in der Regel hören sie auch im letzteren Falle so bald auf, daß sie die Ursprungsstelle des dorsalen Längsmuskelpaares nicht oder kaum erreichen; nur bei *Luidiaster hirsutus* überschreiten sie diese Stelle um ein weniges. Interradiale Blinddärme sind vorhanden, aber von unbedeutender Größe. Meistens sind deren zwei ausgebildet in Form von einander gegenüberliegenden, mehrbuchtigen, nur wenige Millimeter langen Säcken, so z. B. bei *Pontaster tenuispinus, Pectinaster agassizii, Luidiaster hirsutus, Cheiraster pilosus*; seltener sind vier, wie bei *Pararchaster spinuliger*, oder gar fünf, wie bei *Benthopecten pectinifer*, entwickelt, aber auch dann nur 2—3 mm lang. Kalkkörperchen in der Wand des Magens, der Blinddärme und der Genitalschläuche kommen niemals vor. Auch die interbrachialen Septen bleiben stets unverkalkt und dünnwandig. Die POLIschen Blasen sind bei den darauf untersuchten Arten: *Pontaster tenuispinus, Pectinaster agassizii, Luidiaster hirsutus, Cheiraster pilosus, Gaussaster vanhöffeni* so verteilt, daß der Interradius des Steinkanales keine und jeder andere Interradius eine besitzt; nur bei *Pararchaster spinuliger* fand ich auch im Interradius des Steinkanals eine POLIsche Blase. Die TIEDEMANNschen Körperchen sind nur klein und unansehnlich, so z. B. bei *Pectinaster agassizii, Luidiaster hirsutus, Cheiraster pilosus. Pararchaster spinuliger*; besser entwickelt sind bei *Gaussaster vanhöffeni* und *Benthopecten pectinifer*. Die Genitalorgane bilden niemals eine in die Arme reichende Reihe von Büscheln, sondern beschränken sich stets jederseits von den interbrachialen Septen auf ein einziges, in der Scheibe befestigtes Büschel von Schläuchen. Ausgebildete, deutoplasmareiche Eier konnten bei vier Arten: *Pectinaster agassizii, Luidiaster hirsutus, Cheiraster pilosus* und *Benthopecten simplex* in den Genitalschläuchen nachgewiesen werden und zeichnen sich in allen vier Fällen durch ihre ansehnliche Größe von 0.65—0.9 mm aus, was deutlich darauf hinweist, daß die *Notomyota* wahrscheinlich alle eine »abgekürzte« Entwicklung ohne frei schwimmende Larvenstadien besitzen.

Inhalt der Ordnung. Bis zum Jahre 1875 war von allen hierhin gehörigen Seesternen nur *Pontaster tenuispinus* bekannt, der damals zur Gattung *Archaster* gerechnet wurde. In dieselbe Gattung wurden auch die wenigen Arten gestellt, die bis zum Jahre 1883 entdeckt wurden, nämlich *Pectinaster echinulatus* (PERRIER 1875), *Luidiaster darsowi* (VERRILL 1880) und *Benthopecten simplex* (PERRIER 1881). Nun aber mehrten sich durch die Tiefseeforschungen die Arten, anfänglich noch langsam, dann von 1889 an in rascher Folge, so daß

wir deren heute im ganzen nicht weniger als 41 (darunter 4 neue) unterscheiden können. Da ihre Zurechnung zu *Archaster* sich gleichzeitig als völlig verfehlt herausstellte, mußten neue Gattungen errichtet werden, die hier in chronologischer Reihenfolge mit Angabe der typischen Arten aufgezählt werden sollen.

1. *Cheiraster* Studer 1883; *Ch. gazellae*[1].
2. *Luidiaster* Studer 1883; *L. hirsutus.*
3. *Benthopecten* Verrill 1884; *B. spinosus.*
4. *Pontaster* Sladen 1885; *P. tenuispinus.*
5. *Pararchaster* Sladen 1885; *P. pedicifer.*
6. *Pectinaster* Perrier 1885; *P. filholi.*
7. *Acantharchaster* Verrill 1894; *A. dawsoni.*
8. *Marcelaster* Koehler 1907; *M. antarcticus.*
9. *Gaussaster* Ludwig n. g.; *G. vanhöffeni.*

Bemerkungen zur Geschichte der Aufstellung, Abgrenzung und systematischen Stellung dieser Gattungen.

1. *Cheiraster.* Die Gattung wurde durch ihren Begründer Studer (1883 und 1884) bei den Archasteriden untergebracht. Ebendorthin stellte sie Perrier (1885). Sladen (1889) führt sie unter seinen »*Archasteridae incertae sedis*« auf. Perrier (1894) hat sie bestimmter zu umgrenzen und von der unterdessen von Sladen aufgestellten Gattung *Pontaster* zu unterscheiden versucht. Diese zunächst auch von mir (1903) und jetzt noch von Koehler (1909) festgehaltene Trennung stieß aber auf Schwierigkeiten, welche mich (1905) und mir beistimmend Fisher (1906) veranlaßten, die Gattung *Pontaster* mit *Cheiraster* zu vereinigen. Eine bestimmtere Stellung im Systeme gab Perrier (1894) der Gattung *Cheiraster*, indem er sie neben *Pararchaster*, *Pontaster* und *Pectinaster* in die von Sladen in der Familie der *Archasteridae* aufgestellte Unterfamilie der *Pararchasterinae* einordnete. Bei Fisher (1906) dagegen erscheint *Cheiraster* in der von Verrill (1894 und 1899) von den eigentlichen *Pararchasterinae* abgetrennten Unterfamilie der *Pontasterinae.*

2. *Luidiaster.* Bei ihrer Aufstellung wurde die Gattung durch Studer (1883 und 1884) irrtümlich, wie wir sehen werden, zu den *Astropectinidae* gestellt. Bei Sladen (1889) wird sie aber schon unter seinen »*Archasteridae incertae sedis*« aufgezählt und ihre nähere Beziehung zu *Cheiraster* und *Pontaster* richtig vermutet. Zweifelhaft blieb

[1] Die genaueren Literaturangaben lasse ich hier und im folgenden überall beiseite; sie sollen in der ausführlicheren Darstellung meiner Bearbeitung der Seesterne der Deutschen Tiefsee-Expedition (Dampfer Valdivia) gegeben werden.

aber diese Stellung, bis mir jetzt der sichere Nachweis ihrer Zugehörigkeit zu den *Notomyota* glückte.

3. *Benthopecten.* Diese von VERRILL (1884) errichtete Gattung wurde von ihm zunächst (1884 und 1885) bei den *Archasteridae* eingereiht. Später (1894) stellte er für sie in dieser Familie eine besondere Unterfamilie, *Benthopectininae*, auf, die er dann nach einigen Jahren (1899) als eine besondere Familie der *Benthopectinidae* völlig von den *Archasteridae* abtrennte.

4. *Pontaster.* Auf die anfänglich zu *Astropecten*, dann zu *Archaster* gerechnete Art *tenuispinus* DÜBEN und KOREN, welche die am längsten bekannte Art der ganzen Ordnung der *Notomyota* ist, gründete SLADEN (1885) seine Gattung *Pontaster* und stellte sie (1889) zusammen mit *Pararchaster* in seine Unterfamilie *Pararchasterinae* in der Familie der *Archasteridae*. Ihm schlossen sich BELL (1892) und PERRIER (1894 und 1896) an. VERRILL (1894) machte die Gattung zum Typus einer besonderen Unterfamilie der *Pontasterinae*, die er zunächst bei den *Archasteridae* ließ, dann aber (1899) zu den *Plutonasteridae* stellte, während FISHER (1906) die *Pontasterinae* zu den VERRILLschen *Benthopectinidae* rechnet. Zugleich pflichtete FISHER der von mir (1905) vorgeschlagenen Vereinigung der jüngeren Gattung *Pontaster* mit der älteren Gattung *Cheiraster* bei, während PERRIER (1894) und früher auch ich (1903) sowie neuerdings KOEHLER (1909) die beiden Gattungen auseinanderhalten.

5. *Pararchaster.* SLADEN stellte die Gattung bei ihrer Begründung (1885) und später (1889) zu den *Archasteridae* und verband sie hier mit der Gattung *Pontaster* zur Unterfamilie der *Pararchasterinae*. Dem schloß sich PERRIER (1894) völlig an, während VERRILL (1895 und 1899) und FISHER (1908) die Gattung *Pararchaster* lediglich als ein Synonym von *Benthopecten* VERRILL bezeichnen.

6. *Pectinaster.* PERRIER stellte (1885 und 1894) seine neue Gattung *Pectinaster* neben *Cheiraster* und *Pontaster* zu den *Archasteridae* in die Unterfamilie der SLADENschen *Pararchasterinae*. In der Abgrenzung der Gattung von *Cheiraster* und *Pontaster* schließt sich KOEHLER (1909) ganz an PERRIER an.

7. *Acantharchaster.* Bei ihrer Aufstellung wurde diese Gattung von VERRILL (1894) neben *Pontaster* in die von ihm damals in der Familie der *Archasteridae* neu unterschiedene Subfamilie der *Pontasterinae* eingeordnet, welche inhaltlich mit meinen heutigen *Cheirasteridae* zusammenfällt. Später (1899) finden wir bei VERRILL die *Pontasterinae* als Unterfamilie bei seinen *Plutonasteridae* (neben den *Mimasterinae* und *Plutonasterinae*). Ich bin aber jetzt zu der Auffassung gelangt, daß *Acantharchaster* als selbständige Gattung nicht haltbar ist und mit *Luidiaster* vereinigt werden muß.

Bestimmungstabelle der Familien und Gattungen der Notomyota.

- Keine unpaare Randplatte; Pedicellarien in der Regel vorhanden und dann entweder zweiklappig oder büschelförmig oder kammförmig: ***I. Cheirasteridae;***
  - Paxillen durchweg mit vielen Stachelchen (oder Granula);
    - Papularien einfach länglich, meistens mehr oder weniger aufgetrieben;
      - Pedicellarien, wenn vorhanden, zweiklappig und auf den Adambulacralplatten stehend; Adambulacralplatten mit 2 subambulacralen Stacheln . . . . 1. *Pontaster.*
      - Pedicellarien büschelförmig, auf den Ventrolateralplatten oder auch auf den Randplatten und auf den Paxillen stehend; Adambulacralplatten mit 1 subambulacralen Stachel . . . 2. *Pectinaster.*
    - Papularien zweilappig, nicht aufgetrieben;
      - keine Büschel längerer Paxillenstacheln in der Nachbarschaft der ersten oberen Randplatten; Pedicellarien kammförmig, auf den Ventrolateralplatten oder auch auf anderen Platten stehend;
        - Adambulacralplatten mit 2 oder mehr subambulacralen Stacheln; Paxillen mit Zentralstachelchen 3. *Luidiaster.*
        - Adambulacralplatten mit 1 subambulacralen Stachel (im proximalen Armabschnitt); Paxillen mit oder ohne Zentralstachelchen 4. *Cheiraster.*
      - mit einem Büschel längerer Paxillenstacheln in der Nachbarschaft der ersten oberen Randplatten; Primärplatten des Scheitels mit je einem großen Stachel; Pedicellarien unbekannt; Adambulacralplatten mit 2 subambulacralen Stacheln; Ventrolateralplatten fehlen (ganz?); innerster ambulacraler Stachel der Mundeckplatten nicht verlängert . . . . 5. *Marcelaster.*
  - Paxillen meistens mit nur einem Stachelchen, das auf den Primärplatten des Scheitels zu einem großen Stachel wird; Papularien flach, zweilappig; Pedicellarien fehlen . . . . 6. *Gaussaster.*
- Mit einer unpaaren oberen und unteren Randplatte; Pedicellarien in der Regel vorhanden und dann kammförmig: ***II. Benthopectinidae;***
  - Rückenplättchen noch deutlich paxilloid = mit mehreren Stachelchen . . 7. *Pararchaster.*
  - Rückenplättchen nicht deutlich paxilloid = mit in der Regel nur einem Stachelchen oder Stachel . . . . 8. *Benthopecten.*

8. *Marcelaster.* Die Gattung wurde bei ihrer Aufstellung durch KOEHLER (1907) in die Nähe von *Pararchaster* gebracht, während sie meines Erachtens in den Verwandtschaftskreis von *Cheiraster* gehört.

9. *Gaussaster.* Diese neue Gattung gehört ebenfalls, wie *Marcelaster*, in die Verwandtschaft von *Cheiraster*, unterscheidet sich aber von den übrigen *Cheirasteridae* durch die starke Reduktion ihrer Paxillenkronen und macht in diesem Punkte einen Übergang zu *Benthopecten* s. str.

Meine eigenen Untersuchungen führten mich zu einer Revision der unter 1—8 aufgeführten Gattungen, als deren Resultat sich eine neue und schärfere Abgrenzung derselben, die Vereinigung von *Acantharchaster* mit *Luidiaster*, die Errichtung der neuen Gattung *Gaussaster* sowie die Verteilung aller Gattungen auf zwei Familien ergab. Die vorstehende Tabelle gibt darüber nähere Auskunft.

Geographische Verbreitung.

Unter den acht Gattungen haben nur die drei artenarmen ein beschränktes Verbreitungsgebiet, indem *Marcelaster* und *Gaussaster*, mit je einer Art, nur antarktisch und *Pontaster*, mit zwei Arten, nur arktisch-atlantisch und südostpazifisch bekannt sind. Die fünf anderen Gattungen dagegen, mit zusammen 37 Arten, finden sich in allen großen Meeresgebieten, dem atlantischen, indischen und pazifischen, und drei von ihnen überdies auch in der Antarktis.

Von den 41 bis jetzt bekannten Arten der ganzen Ordnung gehören 11 dem atlantischen (einschließlich des arktischen), 6 dem antarktischen, 16 dem indischen und davon 6 zugleich dem pazifischen, 8 andere ausschließlich dem pazifischen Gebiete an.

Die meisten Arten (25) wurden in Tiefen von mehr als 1000 m erbeutet. In weniger als 1000 m Tiefe kennt man bis jetzt 16, nämlich: *Pontaster tenuispinus*, *P. planeta*. *Pectinaster echinulatus*, *P. hispidus*, die 5 *Luidiaster*-Arten, ferner 5 von den 9 *Cheiraster*-Arten sowie *Pararchaster spinosissimus* und *P. indicus*. Von diesen 16 Arten sind 12 schon in Tiefen von weniger als 500 m gefunden worden, nämlich die beiden *Pontaster*-Arten, dann *Pectinaster echinulatus*, die 5 *Luidiaster*-Arten und 4 *Cheiraster*-Arten. In weniger als 300 m Tiefe kennt man nur diese 7: *Pontaster tenuispinus*, *Pectinaster echinulatus*, *Luidiaster hirsutus*, *L. vincenti*, *L. teres*, *L. dawsoni* und *Cheiraster coronatus*, und aus Tiefen von weniger als 100 m nur einzig und allein die am längsten bekannte Art der ganzen Gattung, *Pontaster tenuispinus*, die aber auch in bedeutende Tiefen herabsteigt und deshalb nicht daran hindert,

in den *Notomyota* überhaupt eine für die Fauna der Tiefsee sehr charakteristische Gruppe von Seesternen zu sehen.

9 Arten sind aus Tiefen von mehr als 3000 m heraufgeholt worden: *Pontaster tenuispinus* (3166 m), *Pectinaster filholi* (3703 m), *P. pristinus* (4846 m), *Marcelaster antarcticus* (3246 m), *Pararchaster pedicifer* (3475 m), *Benthopecten spinosus* (3696 m), *B. antarcticus* (3063 m), *B. semisquamatus* (3429 m) und *B. cognatus* (3058 m).

Aus der Bodenbeschaffenheit der Fundorte geht hervor, daß alle *Notomyota* einen weichen, nachgiebigen Boden bevorzugen, der aus Schlamm, feinem Sand, Lehm oder Schlick besteht; nur ausnahmsweise wurden einzelne Arten auf steinigem, kiesigem Grunde oder auf hartem Rhabdammina-Boden angetroffen.

Den Tiefen ihrer Fundorte entsprechend sind die *Notomyota* Bewohner des kalten Wassers, dessen Temperatur, soweit bekannt, zwischen —1.4° und +8° C liegt; nur zwei Arten wurden in wärmerem Wasser gefunden, nämlich *Cheiraster niasicus* in +10.2° C und *Luidiaster dawsoni* in +16° C.

I. Familie Cheirasteridae Ludwig.

Zu dieser neuen Familie rechne ich alle *Notomyota*, die keine unpaare obere und untere Randplatte besitzen und sich dadurch in Gegensatz zu Verrills *Benthopectinidae* stellen. In dieser Begrenzung entsprechen die *Cheirasteridae* demjenigen Teile der Sladenschen *Pararchasterinae*, den Verrill (1894) als *Pontasterinae* abgetrennt und dann (1899) als eine Unterfamilie bei seiner Familie der *Plutonasteridae* eingeordnet hat; hier stehen sie bei ihm neben den *Plutonasterinae* Sladen und den *Mimasterinae* Sladen. Sie sind aber von diesen beiden Unterfamilien schon durch den Besitz der für die *Notomyota* charakteristischen dorsalen Längsmuskeln der Arme völlig verschieden, besitzen in weiterem tiefen Gegensatze weder »Wimperrinnen« zwischen den Randplatten, noch haben sie superambulacrale Skelettstücke und verhalten sich auch in der Anordnung ihrer Papularbezirke und in der Ausbildung der Ventrolateralplatten anders als jene. Ich kann deshalb Fisher (1906) nur beistimmen, wenn er die Verrillschen *Pontasterinae* aus der unnatürlichen Verbindung mit den *Plutonasterinae* und *Mimasterinae* loslöst und in nähere Beziehung zu den *Benthopectinidae* bringt.

Außer der erst vor wenigen Jahren von Koehler begründeten Gattung *Marcelaster* (1 Art) und einer neuen Gattung *Gaussaster* (1 Art) gehören alle in der Literatur unter den Gattungsnamen *Cheiraster*, *Pontaster* und *Pectinaster* angeführten Arten, mit alleiniger Ausnahme des

überhaupt nicht zu den *Notomyota* gehörigen *Pontaster pulcher* PERRIER, hierher, ferner, wie wir sehen werden, die bis jetzt unaufgeklärt gebliebene Gattung *Luidiaster* STUDER und endlich die mit *Luidiaster* zu vereinigende Gattung *Acantharchaster* VERRILL. Da eine ausreichend scharfe und praktisch brauchbare Sonderung von »*Cheiraster*«, »*Pontaster*« und »*Pectinaster*« nach den bislang dafür benutzten Merkmalen sich nicht durchführen läßt, versuchte ich die Abgrenzung dieser drei Gattungen nach neuen Gesichtspunkten vorzunehmen, indem ich zu dem Zwecke für eine jede von der typischen Art ausging, also für *Cheiraster* von *Ch. gazellae* STUDER, für *Pontaster* von *P. tenuispinus* (DÜBEN und KOREN) und für *Pectinaster* von *P. filholi* PERRIER. Der Versuch führte zu dem schon oben (S. 442) in der Tabelle der Gattungen der *Notomyota* niedergelegten Ergebnisse. Zu *Pontaster* und *Pectinaster* stelle ich demgemäß die Arten mit einfach länglichen, meistens mehr oder weniger aufgetriebenen Papularien und mit Pedicellarien, die, falls sie nicht ganz fehlen, entweder zweiklappig sind und auf den Adambulacralplatten stehen = *Pontaster* oder büschelförmig sind und auf den Ventrolateralplatten stehen = *Pectinaster*; dazu kommt, daß bei *Pontaster* die Adambulacralplatten mit zwei, dagegen bei *Pectinaster* nur mit einem subambulacralen Stachel ausgerüstet sind. Bei *Cheiraster* aber sind die Papularien nicht aufgetrieben, und in ihrem distalen Teile sind sie zweilappig umgrenzt; die Pedicellarien sind kammförmig und die Adambulacralplatten haben (wenigstens im proximalen Armabschnitt) immer nur einen subambulacralen Stachel. *Luidiaster* stellte sich als eine mit der so umgrenzten Gattung *Cheiraster* nahe verwandte Gattung heraus, die jedoch auf den Adambulacralplatten zwei oder mehr subambulacrale Stacheln besitzt.

Die Verteilung der bis heute bekannten 21 Arten sowie zweier neuen auf die vier Gattungen *Pontaster* (2 Arten), *Pectinaster* (7 Arten), *Luidiaster* (5 Arten) und *Cheiraster* (9 Arten) ergibt sich aus dem Folgenden.

Diagnose der Familie: *Notomyota* ohne unpaare obere und untere Randplatte.

Die Paxillen haben in der Regel einen niedrigen Schaft, der sich nur selten (z. B. bei *Luidiaster gerlachei*) von der Basis scharf absetzt und deshalb gewöhnlich lediglich als eine konvexe Erhöhung der ganzen äußeren Oberfläche des Rückenplättchens erscheint; in den Papularien jedoch kann der Schaft eine stärkere Erhöhung zu säulenförmiger Gestalt erfahren bei *Pontaster* und *Pectinaster*. Am weitesten geht die Rückbildung des Schaftes bei *Gaussaster*. Die Paxillenkrone

wird meistens von einer größeren Anzahl, oft granulaförmiger Stachelchen dargestellt, zwischen denen sich in der Regel ein in der Mitte stehendes Zentralstachelchen durch seine Stellung und stärkere Entwicklung, manchmal auch durch auffallende Länge, auszeichnet. Selten ist die Paxillenkrone so mangelhaft ausgebildet, daß sie nur noch aus einem einzigen Granulum (im distalen Armabschnitt von *Cheiraster granulatus*) oder Stachelchen (bei *Gaussaster vanhöffeni*) besteht.

Die primären Scheitelplatten bleiben bei vielen Arten alle oder zum Teil erkennbar. So bleiben z. B. die Zentralplatte, die primären Radialplatten und die primären Interradialplatten deutlich bei *Luidiaster gerlachei, Gaussaster vanhöffeni* und bei Jungen von *Pontaster tenuispinus*. Nur die primären Radialplatten und die primären Interradialplatten bemerkt man bei *Pontaster tenuispinus, Pectinaster cribrellum* und *hispidus, Luidiaster dawsoni, Cheiraster pilosus, coronatus, trullipes, snyderi juv., granulatus juv.* Die Zentralplatte und die primären Interradialplatten sieht man bei *Pectinaster agassizii juv.*, nur die primären Radialplatten bei *Luidiaster hirsutus* und *Cheiraster niasicus*, nur die primären Interradialplatten bei *Pontaster planeta juv.*, *Pectinaster agassazii, P. filholi, Luidiaster teres, Cheiraster inops, Ch. snyderi, Ch. gazellae juv., Ch. granulatus, Ch. subtuberculatus* und nur die der Madreporenplatte anliegende primäre Interradialplatte bei *Pontaster planeta* und *Cheiraster gazellae*. Durch den Besitz eines größeren Stachels sind die Primärplatten des Scheitels ausgezeichnet bei den Gattungen *Marcelaster* und *Gaussaster*.

Pedicellarien sind meistens, aber doch nicht immer vorhanden. Nur selten haben sie eine zweiklappige Form (*Pontaster*) und stehen dann über je einer Skelettplatte. Häufiger sind sie büschelförmig (*Pectinaster*) und stehen dann schon in der Regel über je zwei Skelettplatten. Am häufigsten jedoch treten sie als kammförmige Pedicellarien auf, die sich stets über je zwei Skelettplatten aufbauen (*Luidiaster* und *Cheiraster*). Nur bei *Pontaster* sind die Pedicellarien auf den Adambulacralplatten angebracht, die bei allen anderen Gattungen frei von ihnen bleiben. Bei *Pectinaster, Luidiaster* und *Cheiraster* dagegen bevorzugen sie die Ventrolateralplatten, können aber auch auf den Randplatten und auf den Paxillen zur Ausbildung gelangen.

Die Papularien bilden auf jeder Armbasis entweder ein einfach länglich umgrenztes und dann gewöhnlich durch Erhöhung der Paxillenschäfte mehr oder weniger aufgetriebenes, außen und innen über die übrige Rückenhaut konvex vortretendes Feld (bei *Pectinaster* und *Pontaster*) oder sie haben dadurch einen zweilappigen Umriß erhalten, daß im distalen Bezirke des ganzen Feldes in der medianen Region keine Papulä ausgebildet werden, und liegen dann auch ohne Auf-

treibung in der Fläche der übrigen Rückenhaut (bei *Luidiaster*, *Cheiraster*, *Marcelaster*, *Gaussaster*). Junge Tiere entbehren der Papulä noch völlig; so vermißte ich sie z. B. bei einem *Luidiaster gerlachei* von R = 8 mm, bei einem *Pontaster tenuispinus* von R = 15 mm und bei einem *Gaussaster vanhöffeni*, dessen R bereits 53 mm maß. Hat die Bildung der Papulä erst einmal eingesetzt, dann vermehren sie sich mit fortschreitendem Alter des Tieres, aber in einem Tempo, das je nach den Arten verschieden ist und sicherlich auch individuellen Schwankungen unterliegt. Dafür einige Beispiele: In jedem Papularium besitzt *Pontaster tenuispinus* bei R = 37 mm 2, bei R = 39 mm 12, bei R = 53 mm 15, bei R = 56 mm 18, bei R = 73 mm 30, bei R = 88 mm 34 Papulä. *Pectinaster cribrellum* hat in jedem Papularium bei R = 16 mm 7, bei R = 47 mm 18 und bei R = 66 mm 25 Papulä; *Pectinaster agassizii* bei R = 7 mm 2, bei R = 9.5 mm 4, bei R = 14 mm 5, bei R = 22 mm 12, bei R = 38 mm 26 und bei R = 65 mm 50 Papulä. Bei *Luidiaster hirsutus* zählt man in einem Papularium bei R = 27 mm 12, bei R = 50 mm 34 und bei R = 132 mm 100 Papulä. bei *Luidiaster gerlachei* bei R = 11—12 mm erst 1 und bei R = 30—47 mm 19 Papulä. *Cheiraster pilosus* hat in einem Papularium bei R = 12 mm 1, bei R = 21 mm 6, bei R = 52 mm 22 Papulä: *Cheiraster snyderi* bei R = 11 mm 1, bei R = 21 mm 4, bei R = 80 mm 70 Papulä; *Cheiraster granulatus* bei R = 16 mm 10 und bei R = 60 mm 70 Papulä. Bei *Gaussaster vanhöffeni* finden sich in einem Papularium bei R = 62 mm erst 4—6, dagegen bei R = 116 mm 140 Papulä. Bei alten Tieren können einzelne Papulä auch in den sonst von ihnen frei gelassenen Scheitelbezirk einrücken, so z. B. bei *Pectinaster cribrellum*, *Luidiaster hirsutus*, *L. dawsoni*, *Cheiraster niasicus* und *Ch. snyderi*.

1. Gattung *Pontaster* SLADEN, s. str.

1885 und 1889 SLADEN, *Pontaster* (partim); 1892 BELL, *Pontaster* (partim); 1894 und 1896 PERRIER, *Pontaster* (partim); 1905 LUDWIG, *Cheiraster* (partim); 1906 und 1908 FISHER, *Cheiraster* (partim).

Diagnose: *Cheirasteridae* mit einfach länglichen, mehr oder weniger aufgetriebenen Papularien; die Pedicellarien sind, falls sie nicht ganz fehlen, zweiklappig und stehen auf je einer Adambulacralplatte; die Paxillen tragen eine Anzahl Stachelchen, die ein größeres Zentralstachelchen umstellen; die Adambulacralplatten besitzen zwei subambulacrale Stacheln.

Die Papularien können ausnahmsweise, bei einzelnen alten Individuen von *P. tenuispinus*, an ihrem distalen Ende zweilappig werden.

Die Ventrolateralplatten tragen entweder gleich große Stachelchen (*P. planeta*) oder kleinere und dazwischen größere (*P. tenuispinus*).

Typus der Gattung ist *P. tenuispinus* Düben und Koren 1846 (*Astropecten*). Außerdem gehört hierher nur *P. planeta* Sladen 1889, der sich von *tenuispinus* in der Bestachelung der unteren Randplatten sowie auch dadurch unterscheidet, daß die Zentralstachelchen der Paxillen sich im distalen Armbezirk verlängern[1].

Zu dem durch seine Variabilität ausgezeichneten *P. tenuispinus* rechne ich, in Übereinstimmung mit Bell und Koehler, auch *P. hebitus* und *P. limbatus* Sladen 1889 sowie *P. (Crenaster) marionis* Perrier 1885; ferner stelle ich zur selben Art die beiden von Perrier 1894 als besondere Arten unterschiedenen Formen *P. perplexus* und *P. oligoporus*.

Von den beiden Arten gehört *tenuispinus* ausschließlich dem nordatlantischen und arktisch-atlantischen Gebiete an, während *planeta* bis jetzt nur westlich vom Südende Amerikas gefunden wurde. Beide kommen in Tiefen von weniger als 1000 m vor, *tenuispinus* sogar schon in 18 m Tiefe, geht aber auch bis in Tiefen von mehr als 3000 m (3166 m). Die Bodenbeschaffenheit der meisten Fundorte ist Schlamm, Lehm, sandiger Lehm oder Schlick, seltener harter, steiniger oder kiesiger Boden. Die Temperatur der Fundstellen schwankt zwischen — 1.4° und + 8.07° C.

2. Gattung *Pectinaster* Perrier, s. str.

1885 Perrier, *Pectinaster* (partim); 1889 Sladen, *Pontaster* (partim); 1891 Alcock und Wood-Mason, *Pontaster* (partim); 1893 Alcock, *Pontaster* (partim); 1894 Perrier, *Pectinaster* (partim); 1905 Ludwig, *Cheiraster* (partim).

Diagnose: *Cheirasteridae* mit einfach länglichen, mehr oder weniger aufgetriebenen Papularien; die Pedicellarien sind, falls sie nicht ganz fehlen, büschelförmig und stehen auf den Ventrolateralplatten oder auch auf den Randplatten und auf den Paxillen, über je zwei oder auch über nur einer Platte; die Paxillen tragen fast immer eine größere Zahl von Stachelchen, die häufig ein längeres Zentralstachelchen umstellen; die Adambulacralplatten besitzen nur einen subambulacralen Stachel.

Die Paxillen haben einen niedrigen Schaft, der aber im Bereiche der Papularien erhöht sein kann (so z. B. bei *P. agassizii*, *filholi* und

[1] Ausführlicheres über die Diagnosen und die Synonymik aller *Notomyota*-Arten verschiebe ich auf meine Darstellung der Seesterne der deutschen Tiefseeexpedition (Dampfer Valdivia).

hispidus). Die Stachelchen der Paxillenkronen haben, mit Ausnahme des zentralen, meistens eine granuloide Form. Nur bei *P. pristinus* sind im mittleren und distalen Armabschnitt die kleinen Stachelchen der Paxillenkronen ganz in Wegfall gekommen, so daß von der Krone lediglich der Zentralstachel übriggeblieben ist. Die Ventrolateralstachelchen sind bei den einen Arten von gleicher, bei den anderen von ungleicher Größe. Pedicellarien können bei jungen Tieren noch ganz fehlen, z.B. bei *P. cribrellum*, *agassizii*, *filholi*, und treten auch bei erwachsenen so unbeständig auf, daß sie bei einzelnen Exemplaren ganz oder fast ganz vermißt werden, z. B. bei *P. cribrellum*, *agassizii*, *hispidus*.

Typus der Gattung ist *P. filholi* PERRIER. Außerdem rechne ich hierhin, wie aus der folgenden chronologischen Liste hervorgeht, noch 6 andere Arten.

Verzeichnis der Arten in chronologischer Reihenfolge:

1. *echinulatus* PERRIER 1875 (*Archaster*).
2. *filholi* PERRIER 1885.
3. *mimicus* SLADEN 1889 (*Pontaster*).
4. *pristinus* SLADEN 1889 (*Pontaster*).
5. *hispidus* ALCOCK und WOOD-MASON 1891 (*Pontaster*).
6. *cribrellum* ALCOCK 1893 (*Pontaster*).
7. *agassizii* LUDWIG 1895 (*Cheiraster*).

Ferner gehören hierhin *Archaster sepitus* VERRILL 1885, *Pontaster forcipatus* SLADEN 1889 und *Pontaster venustus* SLADEN 1889. Diese drei Formen fehlen jedoch in der vorstehenden Liste und in der folgenden Bestimmungstabelle, weil ich *sepitus* mit *echinulatus* sowie *forcipatus* und *venustus* mit *filholi* vereinige.

Zu PERRIERS (1885) *P. filholi* gehört als Synonym SLADENS (1889) *Pontaster forcipatus*. PERRIER hat das bereits 1894 vermutet, und ich finde seine Vermutung durch Untersuchung und Vergleichung einiger Exemplare durchaus bestätigt. Ferner wurde ich dadurch zu der Ansicht geführt, daß SLADENS *Pontaster venustus* (1889) ebenfalls hierhin gehört und nur auf ein halbwüchsiges Exemplar von *Pectinaster filholi* PERRIER begründet ist.

Auf ein junges Tier ist auch PERRIERS *echinulatus* 1875 (*Archaster*) gegründet, das mir zweifellos zu *Pontaster* (*Archaster*) *sepitus* VERRILL 1885 zu gehören scheint; ich vereinige deshalb beide Formen unter dem älteren Namen *echinulatus* und stelle sie wegen des Baues der Papularien und des einen Subambulacralstachels unbedenklich zur Gattung *Pectinaster* in ihrer hier angenommenen Begrenzung.

P. pristinus nähert sich durch die starke Rückbildung der Paxillenkronen im mittleren und distalen Armabschnitt dem Verhalten

Bestimmungstabelle der Pectinaster-Arten.

- Nur im distalen Armabschnitt finden sich Paxillen mit längerem Zentralstachel; Pedicellarien sind nur auf den Ventrolateralplatten bekannt; untere Randplatten mit einem Stachel, unter dem ein kleinerer stehen kann . . . . . *cribrellum.*
- Auf der Scheibe und auf den Armen finden sich Paxillen mit längerem Zentralstachel; untere Randplatten mit einem Stachel, unter dem oft ein kleinerer steht;
  - der Zentralstachel der Paxillen ist überall von kleineren Stachelchen umstellt;
    - Pedicellarien sind nur auf den Ventrolateralplatten bekannt; Adambulacralplatten mit 5—7 ambulacralen Stacheln; 14 oder 15 proximale Adambulacralplatten gehen auf 10 untere Randplatten;
      - Zentralstachelchen der Paxillen über den ganzen Armrücken zerstreut; Ventrolateralstachelchen ungleich groß . . . . . *agassizii.*
      - Zentralstachelchen der Paxillen finden sich auf den Armen nur im Medianstreifen des Armrückens; Ventrolateralstachelchen gleich groß . . . . . *mimicus.*
    - Pedicellarien können außer auf den Ventrolateralplatten auch auf den Randplatten und Paxillen vorkommen; Zentralstachelchen der Paxillen über den ganzen Armrücken zerstreut; Adambulacralplatten mit 5—7 ambulacralen Stacheln; Ventrolateralstachelchen gleich groß;
      - 16 proximale Adambulacralplatten gehen auf 10 untere Randplatten . . . . . *filholi.*
      - 15 proximale Adambulacralplatten gehen auf 10 untere Randplatten . . . . . *hispidus.*
    - Pedicellarien nur auf den Ventrolateralplatten bekannt; Adambulacralplatten mit 8—10 ambulacralen Stacheln; Zentralstachelchen der Paxillen über den ganzen Armrücken zerstreut; Ventrolateralstachelchen ungleich groß . . . . . *echinulatus.*
  - der Zentralstachel der Paxillen ist nur auf der Scheibe und auf der Armbasis von kleineren Stachelchen umstellt; auf dem mittleren und distalen Armabschnitt fehlen die kleineren Stachelchen um den Zentralstachel der Paxillen *pristinus.*

der Gattung *Gaussaster*, ist aber doch im übrigen ein echter *Pectinaster* und vielleicht eine Jugendform einer im erwachsenen Zustande noch nicht aufgefundenen Art.

Geographisch verteilen sich die 7 Arten so, daß *P. filholi*, *echinulatus* und *pristinus* dem atlantischen, *cribrellum*, *mimicus* und *hispidus* dem indischen und *agassizii* dem pazifischen Meere angehören. Nur *P. echinulatus* ist in Tiefen von weniger als 500 m (154—419 m) gefunden worden, steigt aber auch bis in 1569 m Tiefe hinab. Alle anderen Arten leben in Tiefen von durchweg mehr als 1000 m. Bei der ganzen Gattung schwanken die Tiefen zwischen 154 m (*echinulatus*) und 4846 m (*pristinus*). Die Beschaffenheit des Bodens ist in der Regel schlammig, seltener schlickig oder sandig oder harter Rhabdammina-Boden. Die Temperatur der Fundstellen liegt, soweit sie bekannt ist, zwischen +0.39° bis +6.3° C.

3. Gattung *Luidiaster* Studer, em. Ludwig.

1883 und 1884 Studer, *Luidiaster*; 1889 Sladen, *Luidiaster* und *Pontaster* (partim); 1894 Verrill, *Acantharchaster*; 1894 Perrier, *Cheiraster* (partim); 1906 Ludwig, *Cheiraster* (partim); 1906 Fisher, *Cheiraster* (partim).

Diagnose: *Cheirasteridae* mit flachen, in ihrem distalen Teile zweilappig umgrenzten Papularien; die Pedicellarien sind kammförmig und stehen, falls sie nicht ganz fehlen, auf den Ventrolateralplatten oder auch auf anderen Platten, stets über je zwei Platten; die Paxillen tragen eine größere Zahl von Stachelchen, die ein häufig verlängertes Zentralstachelchen umstellen; die Adambulacralplatten besitzen zwei oder mehr subambulacrale Stacheln.

Die Paxillen haben bald einen ganz niedrigen, bald einen erhöhten Schaft, der sich aber dann von der Basis des Paxillus nicht scharf absetzt. Das Zentralstachelchen der Paxillenkrone ist besonders lang auf den größeren Paxillen des *L. dawsoni*. Die unteren Randplatten besitzen bei *L. hirsutus*, *gerlachei* und *vincenti* nur einen, bei *teres* zwei, bei *dawsoni* mehrere Stacheln. Die Ventrolateralstachelchen sind bald von gleicher, bald von ungleicher Größe. Die Pedicellarien können bei jungen Tieren noch ganz fehlen, z. B. bei *L. hirsutus* und *dawsoni*, oder sind bei den jungen Tieren weniger zahlreich, z. B. bei *L. teres*, und sind auch bei erwachsenen oft sehr unbeständig, z. B. bei *L. hirsutus*.

Außer der typischen Art, *L. hirsutus* Studer, gehören noch vier Arten hierhin.

Verzeichnis der Arten in chronologischer Reihenfolge:

1. *dawsoni* VERRILL 1880 (*Archaster*).
2. *hirsutus* STUDER 1884.
3. *teres* SLADEN 1889 (*Pontaster*).
4. *vincenti* PERRIER 1894 (*Cheiraster*).
5. *gerlachei* LUDWIG 1903 (*Cheiraster*).

Als Synonyme gehören zu *L. dawsoni* die beiden Formen *Pontaster oxyacanthus* SLADEN 1889 und *Cheiraster horridus* FISHER 1906.

Über die unterscheidenden Merkmale der 5 Arten gibt die folgende Tabelle Auskunft.

Den *L. hirsutus*, der seit seiner ersten Beschreibung durch STUDER (1883, 1884) nicht wieder aufgefunden worden war, konnte ich an zwei Exemplaren untersuchen, welche von der Deutschen Tiefsee-Expedition an der Bouvetinsel erbeutet wurden. Es stellte sich dabei heraus, daß STUDERS Vergleich der oberen Randplatten mit denen der Gattung *Luidia* recht wenig glücklich ist und daß vor allem die von STUDER in Abrede gestellte Analöffnung tatsächlich vorhanden ist. Mit diesem Nachweis fällt der Grund zusammen, der STUDER veranlaßt hatte, seine Gattung *Luidiaster* zu den *Astropectinidae* zu stellen.

Mit *Luidiaster* in der oben angegebenen Begrenzung fällt auch die VERRILLsche (1894) Gattung *Acantharchaster* zusammen. Die einzige Art, welche VERRILL in seine Gattung *Acantharchaster* gestellt hatte, *A. dawsoni* VERRILL 1880 (*Archaster*), erwies sich durch eingehende Vergleichung als identisch mit *Pontaster oxyacanthus* SLADEN 1889 und das Gleiche gilt von *Cheiraster horridus* FISHER 1906; da die Artnamen *oxyacanthus* und *horridus* jüngeren Datums sind, so gilt als richtige Bezeichnung der Artnamen *dawsoni*.

Zu *Luidiaster* gehören ferner zweifellos SLADENS *Pontaster teres* 1889 und die von mir 1903 als *Cheiraster gerlachei* beschriebene antarktische Art.

Weniger sicher ist die Einordnung von PERRIERS *Cheiraster vincenti* 1894 in die Gattung *Luidiaster*, weil PERRIERS Beschreibung dafür nicht eingehend genug ist und auch von anderer Seite die Art bis jetzt weder wiedergefunden noch näher untersucht worden ist.

Hinsichtlich der geographischen Verbreitung gehören *L. hirsutus* und *gerlachei* dem antarktischen, *vincenti* dem atlantischen, *teres* und *dawsoni* dem indopazifischen Gebiete an. Keine dieser Arten wurde bis jetzt in mehr als 631 m Tiefe gefunden; die Fundorte schwanken zwischen 174 m (*vincenti*) und 631 m (*dawsoni*). Durch diese verhältnismäßig geringen Tiefen unterscheidet sich die Gattung von allen anderen Gattungen der *Cheirasteriden* und *Benthopectiniden*, die sämtlich

Bestimmungstabelle der Luidiaster-Arten.

- Zentralstachel der Paxillen nicht auffallend lang;
  - untere Randplatten mit einem Stachel;
    - Adambulacralplatten mit 2 subambulacralen Stacheln;
      - Zentralstachel der Paxillen von einem doppelten Kranze kleinerer Stachelchen umstellt; Ventrolateralstachelchen ungleich groß; Pedicellarien nur auf den Ventrolateralplatten bekannt . . . . *hirsutus.*
      - Zentralstachel der Paxillen von einem einfachen Kranze kleinerer Stachelchen umstellt; Ventrolateralstachelchen gleich groß; Pedicellarien können außer auf den Ventrolateralplatten auch auf anderen Platten vorkommen . . . . *gerlachei.*
    - Adambulacralplatten mit mehr als 2 subambulacralen Stacheln; Pedicellarien nur auf den Ventrolateralplatten bekannt . . . . *vincenti.*
  - untere Randplatten mit zwei Stacheln; Adambulacralplatten mit mehr als 2 subambulacralen Stacheln; Ventrolateralstachelchen gleich groß; Pedicellarien können außer auf den Ventrolateralplatten auch auf anderen Platten vorkommen . . . . *teres.*
- Zentralstachel der Paxillen auffallend lang; untere Randplatten mit einer Reihe von 3 oder 4 Stacheln; Adambulacralplatten mit 2 subambulacralen Stacheln; Ventrolateralstachelchen ungleich groß; Pedicellarien können außer auf den Ventrolateralplatten auch auf anderen Platten vorkommen . . . . *dawsoni.*

in mehr als 1000 m Tiefe hinabsteigen. Der Boden besteht meistens aus Schlamm, seltener aus Sand. Die Temperatur der Fundstellen liegt, soweit bekannt, zwischen + 1.1° und + 16° C.

4. Gattung *Cheiraster* Studer, s. str.

1883 und 1884 Studer, *Cheiraster*; 1885 Perrier, *Cheiraster* (partim); 1889 Sladen, *Cheiraster* und *Pontaster* (partim); 1893 Alcock, *Pontaster* (partim); 1894 Perrier, *Cheiraster* (partim); 1903 Ludwig, *Cheiraster* (partim); 1906 Fisher, *Cheiraster* (partim).

Diagnose. *Cheirasteridae* mit flachen, in ihrem distalen Teile zweilappig umgrenzten Papularien; die Pedicellarien sind kammförmig und stehen, falls sie nicht ganz fehlen, auf den Ventrolateralplatten oder auch auf anderen Platten, stets über je zwei Platten; die Paxillen tragen eine größere Zahl von Stachelchen, die häufig ein oft verlängertes Zentralstachelchen umstellen; die Adambulacralplatten besitzen (wenigstens im proximalen Armabschnitt) nur einen subambulacralen Stachel.

Die niedrigen Paxillen haben meistens nur einen undeutlich entwickelten Schaft, dessen Stachelchen bei manchen Arten, z. B. *Ch. niasicus, coronatus, gazellae, subtuberculatus* und namentlich bei *granulatus* eine granuloide Form haben. Bald ist zwischen den Stachelchen ein oft durch seine Größe ausgezeichnetes Zentralstachelchen vorhanden, bei *pilosus, niasicus, inops, coronatus, snyderi*, bald läßt sich ein solches nicht unterscheiden, bei *trullipes, gazellae, granulatus, subtuberculatus*. Bei *granulatus* geht die Reduktion der Paxillenkrone im distalen Armbezirk so weit, daß sie nur noch aus einem einzigen Granulum besteht. Die unteren Randplatten sind bald mit einem, bald mit mehreren Stacheln ausgerüstet. Die Ventrolateralplatten sollen bei *trullipes* ganz fehlen — eine Angabe, die möglicherweise nur darauf beruht, daß der Sladenschen Beschreibung junge Exemplare zugrunde liegen. Die gleiche oder ungleiche Größe der Ventrolateralstachelchen läßt sich auch bei dieser Gattung als ein Hilfsmittel für die Artunterscheidung verwenden. Durch schwache Ausbildung des subambulacralen Stachels der Adambulacralplatten zeichnen sich *granulatus* und *subtuberculatus* aus. Bei 2 Arten, nämlich *inops* und *gazellae*, tritt im distalen Armabschnitt ein zweiter Subambulacralstachel auf. Bei *niasicus* kommen außer den kammförmigen auch büschelförmige Pedicellarien vor, die nicht über je zwei, sondern über je einer Platte stehen und an die büschelförmigen Pedicellarien der Gattung *Pectinaster* erinnern. Keine Pedicellarien wurden bis jetzt gefunden bei *inops, subtuberculatus*

latus und bei jungen Exemplaren von *pilosus*; unbeständig erwies sich ihr Auftreten auch bei erwachsenen Tieren von *snyderi*; weniger zahlreich bei jungen Tieren als bei älteren sind sie bei *granulatus*.

In den oberen Randplatten dreier Arten: *pilosus*, *snyderi* und *granulatus* fand ich deutliche »Kristallkörper« und bemerke, daß ich die gleichen Gebilde auch bei *Luidiaster dawsoni* antraf.

Typus der Gattung ist *Ch. gazellae* STUDER. In ihrer hier angenommenen Begrenzung umschließt die Gattung 9 Arten, darunter 2 neue. In chronologischer Reihenfolge sind es die folgenden:

1. *gazellae* STUDER 1883.
2. *trullipes* SLADEN 1889 (*Pontaster*).
3. *subtuberculatus* SLADEN 1889 (*Pontaster*).
4. *pilosus* ALCOCK 1893 (*Pontaster*).
5. *coronatus* PERRIER 1894.
6. *snyderi* FISHER 1906.
7. *inops* FISHER 1906.
8. *granulatus* n. sp.
9. *niasicus* n. sp.

Ferner gehören hierher *Cheiraster pedicellaris* STUDER 1883 und *Cheiraster mirabilis* PERRIER 1885. Diese beiden sind aber in die vorstehende Liste und in die folgende Bestimmungstabelle nicht aufgenommen, weil ich den *Ch. pedicellaris* für eine jüngere Form von *Ch. gazellae* und den *Ch. mirabilis* für eine Jugendform von *Ch. coronatus* halte.

Zu *Ch. inops* bemerke ich, daß mir diese Art im Gegensatz zu FISHERS Meinung in keiner näheren Verwandtschaft zu *Pontaster planeta* SLADEN zu stehen scheint, sondern der neuen Art *Ch. niasicus* am nächsten steht.

SLADENS *Ch. (Pontaster) subtuberculatus*, eine Art, die mir auf jugendliche Tiere begründet zu sein scheint, ist meines Erachtens keineswegs, wie er annimmt, mit seinem, von mir mit *Pectinaster filholi* vereinigten *Pontaster venustus* in nähere Beziehung zu bringen, sondern gehört in die Nachbarschaft der neuen Art *Ch. granulatus*.

Ch. trullipes SLADEN (*Pontaster*) dürfte sich bei weiteren Untersuchungen ebenfalls als eine jugendliche Form einer mit *Ch. gazellae* verwandten Art herausstellen.

Die beiden neuen Arten, *granulatus* und *niasicus*, stammen aus der Ausbeute der Deutschen Tiefsee-Expedition.

Von den 9 Arten findet sich nur *coronatus* im atlantischen Gebiete; alle anderen leben im indischen (*pilosus*, *niasicus* und *granulatus*) oder im westpazifischen (*trullipes* und *subtuberculatus*) oder im indischen und zugleich im pazifischen Gebiete (*inops*, *snyderi* und *gazellae*). Die Tiefe aller Fundorte bewegt sich zwischen 102 m (*coronatus*) und 1920 m

Bestimmungstabelle der Cheiraster-Arten.

- Der Subambulacralstachel der Adambulacralplatten ist kräftig entwickelt;
  - Zentralstachel der Paxillen vorhanden;
    - größere Zentralstacheln der Paxillen finden sich auf der Scheibe und auf den Armen;
      - untere Randplatten mit einem großen und darunter einem kleineren Stachel; Ventrolateralstachelchen ungleich groß; Pedicellarien, soweit bekannt, nur auf den Ventrolateralplatten . *pilosus.*
      - untere Randplatten mit mehreren Stacheln;
        - Ventrolateralstachelchen ungleich groß; Adambulacralplatten mit 9 oder 10 ambulacralen Stacheln; Pedicellarien (außer kammförmigen auch büschelförmige), soweit bekannt, auf den Ventrolateralplatten und auf den unteren Randplatten . . . . *niasicus.*
        - Ventrolateralstachelchen gleich groß; Adambulacralplatten mit 7 ambulacralen Stacheln; im distalen Armabschnitt tritt zu dem Subambulacralstachel der Adambulacralplatten noch ein zweiter hinzu; Pedicellarien fehlen (soweit bekannt) . . . . *inops.*
    - größere Zentralstacheln der Paxillen finden sich nur auf der Scheibe; untere Randplatten mit einem großen Stachel; Ventrolateralstachelchen ungleich groß; Adambulacralplatten mit 10 oder 11 ambulacralen Stacheln; Pedicellarien auf den Ventrolateralplatten und (rudimentär) auch auf den unteren Randplatten . . . . *coronatus.*
    - größere Zentralstacheln der Paxillen finden sich nur auf dem distalen Armabschnitt; untere Randplatten mit mehreren Stacheln; Ventrolateralstachelchen ungleich groß; Adambulacralplatten mit 7 (selten 8 oder 9) ambulacralen Stacheln; Pedicellarien können außer auf den Ventrolateralplatten auch auf den unteren Randplatten und auf den Paxillen vorkommen . . . . *snyderi.*
  - Zentralstachel der Paxillen fehlt;
    - Mundeckplatten mit 6 ambulacralen Stacheln; keine (?) Ventrolateralplatten; Pedicellarien auf den ersten unteren und oberen Randplatten . . . . *trullipes.*
    - Mundeckplatten mit 8 ambulacralen Stacheln; Ventrolateralstachelchen ungleich groß; im distalen Armabschnitt tritt zu dem Subambulacralstachel der Adambulacralplatten noch ein zweiter hinzu; Pedicellarien nur auf den Ventrolateralplatten bekannt . . . . *gazellae.*
- Der Subambulacralstachel der Adambulacralplatten ist schwach entwickelt; Zentralstachel der Paxillen fehlt; Ventrolateralstachelchen gleich groß;
  - untere Randplatten mit 3 Stacheln übereinander; Adambulacralplatten mit 7 oder 8 ambulacralen Stacheln; Pedicellarien nur auf den Ventrolateralplatten bekannt . . . . *granulatus.*
  - untere Randplatten mit einem großen und darunter manchmal 1—3 kleineren Stacheln; Adambulacralplatten mit 6 ambulacralen Stacheln; Pedicellarien fehlen (soweit bekannt) . . *subtuberculatus.*

(*trullipes*). Vier Arten kommen schon in weniger als 500 m Tiefe vor: *inops*, *coronatus*, *snyderi* und *gazellae*, gehen aber auch in größere Tiefen bis zu 1884 m. Von den meisten Fundstellen wird als Bodenbeschaffenheit Schlamm angegeben; seltener besteht der Boden aus Schlick oder Sand. Die Temperatur der Fundorte schwankt, soweit sie bekannt ist, zwischen +2.5° und +10.2° C.

5. Gattung *Marcelaster* KOEHLER.

1907 KOEHLER, *Marcellaster*; 1908 KOEHLER, *Marcelaster*.

Diagnose: *Cheirasteridae* mit flachen Papularien; (Pedicellarien unbekannt); die Paxillen tragen eine Anzahl Stachelchen, unter denen ein Zentralstachelchen ausgebildet sein kann, und sind in der Nachbarschaft der ersten oberen Randplatten ausgezeichnet durch ein Büschel längerer Stacheln; Primärplatten des Scheitels mit je einem großen Stachel; die Adambulacralplatten besitzen zwei subambulacrale Stacheln.

Aus KOEHLERS Beschreibung und Abbildung seines *Marcelaster antarcticus* geht hervor, daß er seine neue Gattung *Marcelaster* mit Recht in den Verwandtschaftskreis von *Pararchaster* (+ *Benthopecten*) stellt. Denn obgleich er über die Anordnung der Papulä nichts mitteilt, auch das Vorkommen der besonderen Längsmuskeln des Armrückens nicht festgestellt hat, so kann doch kein Zweifel sein, daß *Marcelaster* zu den *Notomyota* gehört. Schon die Rückwärtskrümmung der Armenden in KOEHLERS Abbildungen deutet darauf hin, daß die Längsmuskeln des Armrückens nicht fehlen. Wie bei allen *Notomyota* haben die Füßchen eine Saugscheibe, und auf den Randplatten sind keine Wimperrinnen vorhanden; die Primärplatten des Scheitels bleiben erkennbar, die übrigen Paxillen sind unregelmäßig geordnet. Wie bei gleich großen jungen Tieren von *Benthopecten pectinifer* und *B. incertus* sind Ventrolateralplatten nicht vorhanden. Von *Benthopecten* und *Pararchaster* unterscheidet sich aber *Marcelaster* schon dadurch, daß keine unpaare obere und untere Randplatte ausgebildet ist. Die Primärplatten des Scheitels tragen einen großen Stachel wie bei meiner neuen Gattung *Gaussaster*, in deren nächste Nähe mir *Marcelaster* zu gehören scheint. Beide Gattungen unterscheiden sich aber durch die verschiedene Gestaltung ihrer Paxillen, die bei *Gaussaster* meistens nur noch ein einziges Stachelchen als »Krone« tragen, während sie bei *Marcelaster* eine größere Zahl von Stachelchen besitzen, die überdies in der Nähe der ersten oberen Randplatte eine Verlängerung erfahren. Wie bei *Gaussaster* sind auch bei *Marcelaster* keinerlei Pedicellarien gefunden worden. Was die Papulä angeht, so

erkennt man aus den Abbildungen Koehlers, daß jedenfalls die Papularbezirke die aufgetriebene Form, die sie bei *Pontaster* und *Pectinaster* haben, nicht besitzen. Man wird mit Sicherheit annehmen können, daß weitere Untersuchungen des *Marcelaster antarcticus* lehren werden, daß die Papulä auf fünf radial gelegene, flache, zweilappige Papularien beschränkt sind. Ebenso wird sich bei weiterem Nachforschen ergeben, daß keine superambulacralen Skelettstücke da sind, daß die Genitalorgane jederseits von den Septen nur ein Büschel bilden und die radialen Blinddärme gesondert entspringen und nur wenig in die Arme hineinreichen. In der Bewaffnung der Mundeckplatten nimmt *Marcelaster* dadurch unter den *Notomyota* eine abweichende Stellung ein, daß der innerste Stachel des ambulacralen Randes nicht länger und stärker ist als die übrigen, während bei allen anderen Arten der ganzen Ordnung stets der innerste oder die beiden innersten ambulacralen Stacheln der Mundeckplatten sich durch stärkere Entwicklung auszeichnen.

Die einzige Art ist *M. antarcticus* Koehler 1907, gefunden im atlantisch-antarktischen Gebiet in 3246 m Tiefe.

6. Gattung *Gaussaster* Ludwig, n. g.

Diagnose: *Cheirasteridae* mit flachen, in ihrem distalen Teile zweilappig umgrenzten Papularien; Pedicellarien fehlen; Paxillen ohne Schaft, meistens mit nur einem einzigen Stachelchen, das auf den Primärplatten des Scheitels zu einem großen Stachel wird; die Adambulacralplatten besitzen zwei subambulacrale Stacheln.

Zu dieser neuen Gattung gehört nur eine neue, antarktische Art, *G. vanhöffeni*, die von der deutschen Südpolarexpedition in mehreren Exemplaren in 2450 und 2725 m Tiefe erbeutet wurde.

II. Familie Benthopectinidae Verrill 1899.

Die Familie umfaßt alle *Notomyota*, bei denen eine unpaare obere und untere Randplatte zur Ausbildung gelangt ist. Sie enthält nur die beiden Gattungen *Benthopecten* und *Pararchaster*, also nur einen Teil der Sladenschen Subfamilie der *Pararchasterinae*. Verrill hat (1894) diese Unterfamilie in die beiden Unterfamilien der *Benthopectininae* und der *Pontasterinae* zerteilt und dann später (1899) die ersteren in noch schärferen Gegensatz zu den letzteren gebracht, indem er sie zum Range einer Familie, *Benthopectinidae* erhob, während er die *Pontasterinae* in wenig glücklicher Weise mit den Sladenschen *Mimasterinae* und den Sladenschen *Plutonasteridae* zu seiner neuen

Familie der *Plutonasteridae* vereinigte (s. oben unter *Cheirasteridae* S. 444). FISHER (1906) hat ganz mit Recht den übertriebenen Gegensatz, in welchem sich bei VERRILL die »*Benthopectinidae*« zu den »*Pontasterinae*« befinden, beseitigt, indem er die *Benthopectinidae* nicht in VERRILLS Begrenzung, sondern im Sinne der SLADENschen *Pararchasterinae* auffaßt und demgemäß in den *Pontasterinae* eine Unterfamilie der in diesem Sinne verstandenen *Benthopectinidae* sieht. In diesem weiteren Umfange entsprechen FISHERS *Benthopectinidae* meiner Ordnung der *Notomyota*, innerhalb deren ich hier unter den *Benthopectinidae* im engeren Sinne ganz dieselben Formen zusammenfasse wie VERRILL. Nach VERRILL (1895 und 1899) gehören alle diese Formen in seine Gattung *Benthopecten*, weil er die Ansicht vertritt, daß SLADENS Gattung *Pararchaster* mit *Benthopecten* identisch sei. Dieser Auffassung kann ich mich aber nicht ohne weiteres anschließen. Typus seiner Gattung *Benthopecten* ist *B. spinosus*, Typus von SLADENS *Pararchaster* ist *P. pedicifer*. Bei der Aufstellung des Gattungsbegriffes *Benthopecten* hatte VERRILL (1884) das Vorkommen einer unpaaren oberen und unteren Randplatte noch gar nicht beachtet, wenigstens erwähnte er damals[1] nichts davon, sondern gibt als Gattungsmerkmal nur an, daß die Rückenplatten nicht zu deutlichen Paxillen entwickelt sind, weil sie gewöhnlich nur ein einziges Stachelchen tragen. SLADEN dagegen gründete seine Gattung *Pararchaster* gerade in erster Linie auf das von VERRILL unbeachtet gelassene Merkmal einer unpaaren oberen und unteren Randplatte und legt dafür der Rückbildung der Paxillenkrone auf ein einziges Stachelchen die Bedeutung eines Gattungsmerkmales nicht bei. Er unterscheidet aber in seiner Gattung *Pararchaster* zwei Gruppen von Arten, die er in seiner Bestimmungstabelle als Gruppe A und Gruppe B bezeichnet. Für A ist kennzeichnend, daß die Rückenplatten nur ein Stachelchen haben, für B, daß sie mehr als ein Stachelchen tragen. Zur Gruppe A stellt er seine beiden Arten *semisquamatus* und *antarcticus*, zur Gruppe B die typische Art seiner Gattung, *pedicifer*, sowie *armatus* und *spinosissimus*. Daraus scheint mir hervorzugehen, daß *Benthopecten* VERRILL nur mit der Gruppe A der SLADENschen Gattung *Pararchaster* synonym ist, nicht aber mit der Gruppe B, für welche der Gattungsnamen *Pararchaster* seine Berechtigung behält. Demgemäß unterscheide ich die beiden Gattungen *Benthopecten* VERRILL und *Pararchaster* SLADEN voneinander und fasse die erstgenannte Gattung im ursprünglichen Sinne ihres Begründers und die letztgenannte Gattung in engerem Sinne als ihr Begründer, indem ich die Arten seiner *Pararchaster*-Gruppe A zu

[1] 1885 aber spricht er von »zentralen interbrachialen Platten« und meint damit offenbar die unpaaren Randplatten.

Benthopecten ziehe; ferner findet auch *Pararchaster armatus* Sladen = *simplex* Perrier seine Stelle, wie wir sehen werden, besser bei *Benthopecten* als bei *Pararchaster*. Als unterscheidendes Merkmal beider Gattungen betrachte ich das verschiedene Verhalten der Rückenplättchen. Bei *Pararchaster* im obigen engeren Sinne sind sie noch deutlich paxilloid, d. h. sie tragen mehrere Stachelchen, welche der Krone eines gut ausgebildeten Paxillus entsprechen. Bei *Benthopecten* dagegen ist dies paxilloide Aussehen der Rückenplättchen ganz oder fast ganz verschwunden, indem sie hier in der Regel nur noch ein einziges Stachelchen (oder Stachel) besitzen. Sehr scharf ist dieser Unterschied zwischen *Benthopecten* und *Pararchaster* freilich nicht, sondern es geht das Verhalten der einen Gattung allmählich in das der anderen über (vgl. *Benthopecten simplex*). Es lassen sich aber praktisch die 16 bis heute bekannten Arten der Familie so auf die beiden Gattungen verteilen, daß 7 zu *Pararchaster* und 9 zu *Benthopecten* gehören.

Diagnose der Familie: *Notomyota* mit unpaarer oberer und unterer Randplatte.

Die unpaare obere Randplatte ist dadurch ausgezeichnet, daß ihr Stachel größer oder wenigstens dicker ist als auf allen anderen oberen Randplatten; nur *Pararchaster folini* besitzt auf den unpaaren oberen Randplatten statt eines großen Stachels mehrere verhältnismäßig kleinere.

Die Paxillen sind mehr oder weniger verkümmert, indem ein deutlicher Schaft nicht zur Ausbildung gelangt und nur angedeutet wird durch die Wölbung der äußeren Oberfläche der die Paxillenbasen darstellenden Rückenplättchen, welche auf ihrer Mitte als Rest einer Paxillenkrone eine kleine Gruppe von Stachelchen (*Pararchaster*) oder nur ein (in der Regel) einziges Stachelchen (*Benthopecten*) trägt.

Die Primärplatten des Scheitels bleiben oft deutlich erkennbar, so z. B. die Zentralplatte, die fünf primären Radialplatten und die fünf primären Interradialplatten bei *Pararchaster spinuliger*, *Benthopecten spinosus*, *B. antarcticus* und *B. pectinifer*; nur die primären Radial- und Interradialplatten bei *Pararchaster pedicifer*, *Benthopecten semisquamatus* und *B. acanthonotus*; nur die Zentralplatte und die primären Interradialplatten bei *Benthopecten incertus*; nur die Zentralplatte bei *Pararchaster folini*; nur die an die Madreporenplatte anstoßende primäre Interradialplatte bei *Pararchaster spinosissimus*.

Häufig sind die primären Scheitelplatten alle oder zum Teil durch größere Stacheln ausgezeichnet, als sie sonst den Rückenplatten zukommen, so z. B. die Zentralplatte bei *Pararchaster folini*, *P. spinu-*

liger, *Benthopecten pectinifer*, *B. incertus*, oder auch die primären Radial- und Interradialplatten bei *Pararchaster pedicifer*, *P. indicus*, *Benthopecten spinosus*, *B. antarcticus*, *B. semisquamatus*, *B. acanthonotus*.

Pedicellarien kommen in der Regel, doch nicht immer, zur Ausbildung und sind dann stets kammförmig über je zwei Platten entwickelt; ganz unbekannt sind sie bis jetzt nur bei drei *Benthopecten*-Arten: *antarcticus*, *semisquamatus* und *incertus*.

In der Ausbildung ihrer Papularien schließen sich die *Benthopectinidae* an die Gattungen *Luidiaster*, *Cheiraster*, *Marcelaster* und *Gaussaster* unter den *Cheirasteridae* an. Doch sind die Papularbezirke meistens etwas ausgedehnter als dort und noch weniger scharf umgrenzt. Sie liegen wie bei allen *Notomyota* unmittelbar distal von den primären Radialplatten (falls solche deutlich erkennbar geblieben sind) und treten weder nach außen noch nach innen über die übrige Oberfläche der Armrückenhaut hervor. Bei jungen Tieren fehlen sie noch ganz, so z. B. bei einem *Benthopecten incertus* von R = 14 mm, bei einem *Pararchaster spinuliger* von R = 16 mm und bei einem *Benthopecten antarcticus* von R = 20 mm. Mit dem Alter nimmt die Zahl der in einem Papularbezirk entwickelten Papulä zu; so z. B. besitzt *Pararchaster spinuliger* deren bei R = 21 mm 6, dagegen bei R = 57 mm 130 Stück. und bei *Benthopecten pectinifer* zählte ich bei R = 16 mm 12 und bei R = 57 mm 50 Stück. Bei den erwachsenen Individuen mancher Arten dehnen sich die fünf radialen Papularbezirke auch über den ihnen nächstliegenden Teil der Scheitelregion aus, indem einzelne Papulä in denselben einrücken; doch bleibt auch dann die Mitte der Scheitelregion frei davon; solche Arten sind *Pararchaster folini*, *Benthopecten spinosus*, *B. semisquamatus*, *B. acanthonotus*, *B. pectinifer* und *B. cognatus*, während die Papulä niemals in den Scheitel einzudringen scheinen bei *Pararchaster pedicifer*, *P. spinosissimus*, *P. indicus*, *P. violaceus*, *P. fischeri*, *P. spinuliger*, *Benthopecten huddlestonii*, *B. incertus*, *B. simplex*. An ihrem distalen Ende zeigen die Papularbezirke die Neigung, in zwei Zipfel auseinanderzuweichen, so bei *Pararchaster pedicifer*, *P. folini*, *Benthopecten spinosus*, *B. acanthonotus*, *B. pectinifer*, *B. simplex*. In ihrer Ausdehnung in distaler Richtung reichen die Papularien bei den meisten Arten bis zur vierten oberen Randplatte, so bei *Pararchaster pedicifer*, *P. folini*, *P. fischeri*, *P. spinuliger*, *Benthopecten semisquamatus*, *B. huddlestonii*, *B. cognatus*. Nur bis zur zweiten oberen Randplatte gehen sie bei *Pararchaster violaceus* und *Benthopecten simplex*. Weiter als bis zur vierten oberen Randplatte erstrecken sie sich bis zur fünften bei *Benthopecten spinosus* und *B. pectinifer*, bis zur sechsten bei *B. acanthonotus* und noch weiter bis zur achten bei *Pararchaster spinosissimus* und sogar bis zur zwölften bei *P. indicus*.

7. Gattung *Pararchaster* Sladen, s. str.

1885 und 1889 Sladen, *Pararchaster* (partim); 1894 Perrier, *Pararchaster* (partim).

Diagnose: *Benthopectinidae*, deren Rückenplättchen (=verkümmerte Paxillen) auf ihrer Mitte eine Gruppe von mehreren Stachelchen tragen.

Kammförmige Pedicellarien sind bei allen Arten bekannt. Bei allen treten sie auf den Ventrolateralplatten auf, bei *pedicifer, spinosissimus, violaceus, folini, fischeri* und *spinuliger* auch auf den unteren Randplatten, bei *pedicifer, indicus, folini* und *spinuliger* auch auf den Rückenplättchen; dagegen kennt man sie noch in keinem Falle auf den oberen Randplatten.

Typus der Gattung ist *P. pedicifer* Sladen. In der hier angenommenen Begrenzung der Gattung gehören 7 Arten hierhin, die ich zunächst in chronologischer Reihenfolge aufzähle:

1. *pedicifer* Sladen 1885.
2. *folini* Perrier 1885 (*cheiraster*).
3. *spinosissimus* Sladen 1889.
4. *violaceus* Alcock 1893.
5. *fischeri* Perrier 1894.
6. *spinuliger* Ludwig 1905.
7. *indicus* Koehler 1909.

Nach der geringeren oder größeren Zahl der den ambulacralen Rand der Mundeckplatten besetzenden Stacheln lassen sich die Arten in zwei Gruppen bringen, von denen die eine die fünf Arten *pedicifer, spinosissimus, indicus, violaceus* und *folini*, die andere die beiden Arten *fischeri* und *spinuliger* umfaßt. Über die sonstigen Unterscheidungsmerkmale der Arten gibt die folgende Tabelle Auskunft.

Dazu bemerke ich, daß das junge Tier, welches Sladen von der Agulhas-Bank beschreibt und zu *P. pedicifer* stellt, mir eher zu *P. folini* zu gehören scheint, und daß die Köhlersche Art *P. indicus* dem Sladenschen *P. spinosissimus* so nahe steht, daß sie sich vielleicht dereinst als identisch damit herausstellen wird.

In ihrer geographischen Verbreitung gehören *P. spinosissimus, folini* und *fischeri* dem atlantischen, *pedicifer* dem indisch-antarktischen, *indicus* und *violaceus* dem indischen und *spinuliger* dem pazifischen Meere an.

Hinsichtlich der Tiefe bewegen sich die Fundstellen zwischen 777 m (*spinosissimus*) und 3475 m (*pedicifer*). Mit Ausnahme des in 777 m erbeuteten *spinosissimus* und des aus 836 und 1077 m heraufgeholten *indicus* wurden alle in Tiefen gefunden, die erheblich unter 1000, meistens noch unter 2000 m liegen. Die Bodenbeschaffenheit der

Bestimmungstabelle der Pararchaster-Arten.

Mundeckplatten mit weniger als 10 ambulacralen Stacheln;	Adambulacralplatten mit 2 oder 3 subambulacralen und mit 6—8 ambulacralen Stacheln; untere Randplatten mit einem großen und *darunter einem* kleineren Stachel; 13 proximale Adambulacralplatten gehen auf 10 untere Randplatten			*pedicifer.*
	Adambulacralplatten mit 2 subambulacralen Stacheln und	mit 3 oder 4 ambulacralen Stacheln; untere Randplatten mit mehreren Stacheln;	auch die proximalen oberen Randplatten haben nur einen großen Stachel	*spinosissimus.*
			die proximalen oberen Randplatten besitzen einen zweiten großen Stachel	*indicus.*
		mit 7 oder 8 ambulacralen Stacheln; untere Randplatten mit einem großen und darunter *einem* kleineren Stachel; 24 proximale Adambulacralplatten gehen auf 10 untere Randplatten		*violaceus.*
	Adambulacralplatten mit 1 subambulacralen und mit 7 ambulacralen Stacheln; untere Randplatten mit einem großen und darunter mit einem kleineren Stachel; die unpaare obere Randplatte mit mehreren Stacheln			*folini.*
Mundeckplatten mit mehr als 10 (= 11—15) ambulacralen Stacheln; Adambulacralplatten mit 5 ambulacralen und	mit 3 subambulacralen Stacheln; untere Randplatten mit mehreren Stacheln			*fischeri.*
	mit 1 subambulacralen Stachel; untere Randplatten mit nur einem großen Stachel			*spinuliger.*

Fundorte ist in der Regel Globigerinen-Schlick oder Sand, nur ausnahmsweise harter Rhabdammina-Boden. Die Temperatur der Fundorte schwankt, soweit sie bekannt ist, zwischen + 2.01° und + 4.6° C.

8. Gattung *Benthopecten* VERRILL, s. str.

1884 und 1885 VERRILL, *Benthopecten*; 1895 und 1899 VERRILL, *Benthopecten* (partim); 1908 FISHER, *Benthopecten* (partim).

Diagnose: *Benthopectinidae*, deren Rückenplättchen (=verkümmerte Paxillen) auf ihrer Mitte nur ein einziges Stachelchen tragen.

Mitunter besitzen einzelne Rückenplättchen zwei oder selbst drei Stachelchen, so z. B. bei *incertus*, *cognatus*, *simplex*.

Kammförmige Pedicellarien sind noch nicht bei allen Arten bekannt. Unbekannt sind sie bei *antarcticus*, *semisquamatus* und *incertus*. Bei *spinosus* wird ihre Stellung nicht genau angegeben; meistens fehlen sie auch dieser Art gänzlich. Bei den fünf anderen Arten aber treten sie auf den Ventrolateralplatten und unteren Randplatten und bei *acanthonotus*, *pectinifer*, *cognatus* und *simplex* auch auf den Rückenplatten auf, fehlen aber anscheinend immer auf den oberen Randplatten. Ihr völliges Fehlen bei jungen Tieren konnte ich bei *simplex* feststellen.

Typus der Gattung ist *B. spinosus* VERRILL. Zu dieser Gattung stelle ich die folgenden 9 Arten, darunter 1 neue, von denen 5 bisher in die Gattung *Pararchaster* (im weiteren Sinne) eingereiht waren:

Verzeichnis der Arten in chronologischer Reihenfolge:

1. *simplex* PERRIER 1881 (*Archaster*).
2. *spinosus* VERRILL 1884.
3. *semisquamatus* SLADEN 1889 (*Pararchaster*).
4. *antarcticus* SLADEN 1889 (*Pararchaster*).
5. *huddlestonii* ALCOCK 1893 (*Pararchaster*).
6. *acanthonotus* FISHER 1905.
7. *pectinifer* LUDWIG 1905 (*Pararchaster*).
8. *cognatus* LUDWIG 1905 (*Pararchaster*).
9. *incertus* n. sp.

Pararchaster armatus SLADEN 1889 fehlt in dieser Liste und in der folgenden Bestimmungstabelle, weil ich den früher aufgestellten *Archaster simplex* PERRIER 1881 für die Jugendform der von SLADEN als *Pararchaster armatus* bezeichneten Art halte.

Die 9 Arten lassen sich in zwei Gruppen verteilen, je nachdem die Bestachelung des Scheitels sich durch eine größere Anzahl längerer Stacheln auffallend von der Bestachelung des Armrückens unterscheidet oder das nicht der Fall ist. In die eine Gruppe, vgl. die folgende

Bestimmungstabelle der Benthopecten-Arten.

- Die Bestachelung der Scheitelgegend zeichnet sich durch 10—20 oder noch mehr größere Stacheln von der Bestachelung des Armrückens aus;
  - untere Randplatten mit mehreren Stacheln; Adambulacralplatten mit 7 ambulacralen Stacheln . . . *spinosus.*
  - untere Randplatten mit einem großen und darunter einem kleineren Stachel;
    - die proximalen oberen Randplatten mit zwei nebeneinanderstehenden großen Stacheln; Adambulacralplatten mit 5 ambulacralen und 3 subambulacralen Stacheln; Mundeckplatten mit 5 ambulacralen Stacheln . . . . *antarcticus.*
    - obere Randplatten mit nur einem großen Stachel; Adambulacralplatten mit 2 subambulacralen Stacheln;
      - Adambulacralplatten mit 5, Mundeckplatten mit ebenfalls 5 ambulacralen Stacheln . . . . *semisquamatus.*
      - Adambulacralplatten mit 4 oder 5, Mundeckplatten mit 4 ambulacralen Stacheln . . . . *acanthonotus.*
- Die Bestachelung der Scheitelgegend geht allmählich in die ähnliche des Armrückens über, doch kann ein größerer Stachel auf der Zentralplatte oder allenfalls (bei *pectinifer*) auch auf den fünf primären Interradialplatten stehen;
  - untere Randplatten mit mehreren Stacheln; Adambulacralplatten mit 6—8 ambulacralen und 3 subambulacralen Stacheln; Mundeckplatten mit 6 oder 7 ambulacralen Stacheln . . . . *huddlestonii.*
  - *untere Randplatten* mit einem großen Stachel;
    - Adambulacralplatten mit 2 oder 3 subambulacralen und 5 oder 6 ambulacralen Stacheln; Mundeckplatten mit 6—8 ambulacralen Stacheln . . . . *pectinifer.*
    - *Adambulacralplatten* mit 2 subambulacralen und
      - mit 4 ambulacralen Stacheln; Mundeckplatten mit 4 oder 5 *ambulacralen Stacheln* . . . . *incertus.*
      - mit 6 ambulacralen Stacheln; Mundeckplatten mit 6 ambulacralen Stacheln . . . . *cognatus.*
    - Adambulacralplatten mit 1 subambulacralen und 6 (5—7) ambulacralen Stacheln; Mundeckplatten mit 5 ambulacralen Stacheln . . . . *simplex.*

Tabelle, gehören *spinosus, antarcticus, semisquamatus* und *acanthonotus*, in die andere *huddlestonii, pectinifer, incertus, cognatus* und *simplex*. Mit Verrill stimme ich darin überein, daß Sladens *semisquamatus* var. *occidentalis* identisch ist mit Verrills *spinosus*. Dagegen scheint mir *armatus* Sladen im Gegensatze zu Verrills Ansicht nicht mit *spinosus* vereinigt werden zu können; *armatus* muß aber seinen Namen zugunsten von Perriers *simplex* einbüßen, da *simplex* der ältere Name für eine Form ist, die ich glaube mit Sicherheit als eine Jugendform von *armatus* ansprechen zu können. *B. antarcticus* ist offenbar dem *semisquamatus* nahe verwandt. Auch *acanthonotus* nähert sich dem *semisquamatus* und wird vielleicht einmal damit vereinigt werden müssen, was aber bei dem derzeitigen Stande unserer Kenntnisse eine offene Frage bleibt. Die neue Art *B. incertus* ist möglicherweise nur eine jugendliche Form von *cognatus*; sie wurde von der Deutschen Tiefsee-Expedition südlich von den Malediven in mehreren Exemplaren in einer Tiefe von 2253 m gefunden.

Hinsichtlich ihrer geographischen Verbreitung gehören *B. spinosus* und *simplex* dem Atlantischen, *huddlestonii* und *incertus* dem Indischen und *semisquamatus* dem Indischen und zugleich dem Westpazifischen, *antarcticus* dem Indisch-Antarktischen und *acanthonotus, pectinifer* und *cognatus* dem Ostpazifischen Meere an.

Die Tiefen der Fundstellen liegen sämtlich unter 1000 m, zwischen 1033 m (*semisquamatus*) und 3696 m (*spinosus*), die meisten zwischen 2000 und 3000 m. Als Bodenbeschaffenheit wird von den meisten Fundorten Schlamm angegeben, seltener Globigerinenschlick oder -sand, nur ausnahmsweise harter Rhabdammina-Boden. Die Temperatur der Fundstellen liegt zwischen $+1.84°$ und $+4.5°$ C.

Über die Änderung des Emissionsvermögens der Metalle mit der Temperatur im kurzwelligen ultraroten Spektrum.

Von E. Hagen und H. Rubens.

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

(Vorgetragen in der phys.-math. Classe am 21. April 1910 [s. oben S. 403].)

In einer früheren Mitteilung, welche wir im März des vergangenen Jahres der Akademie vorzulegen die Ehre hatten[1], ist über die Abhängigkeit der optischen Konstanten der Metalle von der Temperatur in dem Gebiete großer Wellenlänge berichtet worden. Die von uns experimentell aufgefundene und aus der Maxwellschen Theorie unter gewissen vereinfachenden Annahmen ableitbare Beziehung[2]:

$$(1) \qquad J = 36.5 \sqrt{\frac{\sigma}{\lambda}}$$

zwischen dem Emissionsvermögen J eines Metalls für langwellige Strahlung von der Wellenlänge λ und seinem spezifischen Widerstand[3] σ verlangt innerhalb ihres Geltungsbereichs eine Temperaturabhängigkeit des Emissionsvermögens, deren Größe durch den elektrischen Temperaturkoeffizienten des spezifischen Widerstandes σ vollkommen bestimmt ist. Die Formel gilt nach der Maxwellschen Theorie nur für große Wellenlängen und hinreichend hohe Leitvermögen, und zwar muß die Bedingung erfüllt sein, daß der Quotient $\sqrt{\frac{\sigma}{\lambda}}$ sehr klein gegen $\sqrt{30}$ wird[4]. Im kurzwelligen ultraroten Spektrum ist diese Bedingung für viele Metalle nicht mehr in genügender Weise erfüllt; jedoch kann man es durch

[1] E. Hagen und H. Rubens, diese Berichte 1909, S. 487. Die Abhandlung soll in allen künftigen Zitaten mit A bezeichnet werden.

[2] E. Hagen und H. Rubens, Ann. d. Phys. (4) 11 S. 873, 1903.

[3] σ bedeutet den Widerstand eines zylindrischen Leiters von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt in Ohm. Die Wellenlänge λ ist in μ anzugeben.

[4] Siehe die Anmerkung auf S. 468.

Hinzufügung eines weiteren Gliedes auf der rechten Seite der Gleichung erreichen, daß die so modifizierte Formel

$$(2) \qquad J = 36.5\sqrt{\frac{\sigma}{\lambda}} - 6.67\frac{\sigma}{\lambda}$$

selbst für die schlechter leitenden Metalle bis an die Grenze des sichtbaren Spektrums mit einer für die meisten Zwecke genügenden Annäherung das Emissionsvermögen nach der für ein Kontinuum geltenden Maxwell'schen Theorie zum Ausdruck bringt[1].

Nach den Gleichungen (1) bzw. (2) sind für die reinen Metalle im Gebiet der langen Wellen erhebliche Änderungen des Emissionsvermögens mit der Temperatur zu erwarten, während bekanntlich im sichtbaren Spektrum keine merkliche Temperaturabhängigkeit der optischen Konstanten der Metalle wahrgenommen worden ist.

In unserer vorjährigen Mitteilung konnten wir zeigen, daß für die beiden Wellenlängen $\lambda = 26.0\,\mu$ (Reststrahlen von Flußspat) und $8.85\,\mu$ (Reststrahlen von Quarz) die beobachtete Änderung des Emissionsvermögens bei allen untersuchten Metallen und Legierungen vollkommen den Angaben der Formel (1) entspricht, d. h. daß die beobachteten »optischen« Temperaturkoeffizienten mit dem »elektrischen« in jenem Spektralgebiet noch gut übereinstimmen. Wir zogen daraus den Schluß, daß die zu erwartenden Übergänge in den an das sichtbare Gebiet angrenzenden Teil des ultraroten Spektrums zwischen $\lambda = 0.7\,\mu$ und $\lambda = 8.85\,\mu$ fallen müssen.

Wir haben unsere Untersuchungen nunmehr auch auf diesen kurzwelligen Teil des ultraroten Spektrums ausgedehnt, worüber im folgenden berichtet werden soll.

---

[1] Die strenge Formel für J ergibt sich nach Hrn. Plancks Ableitung (vgl. diese Berichte 1903, S. 278)

$$J = \frac{\sqrt{2\left(\sqrt{4\Lambda^2\tau^2+1}+1\right)}\cdot 200}{\sqrt{4\Lambda^2\tau^2+1}+1+\sqrt{2\left(\sqrt{4\Lambda^2\tau^2+1}+1\right)}},$$

worin Λ das Leitvermögen in absolutem elektrostatischen Maßsystem und τ die Schwingungsdauer in Sekunden ist. Beachtet man, daß $\Lambda\tau = 30\frac{\lambda}{\sigma}$ ist, und entwickelt man J in eine Reihe nach steigenden Potenzen von $\sqrt{\frac{\sigma}{\lambda}}$, so erhält man

$$J = 36.5\sqrt{\frac{\sigma}{\lambda}} - 6.67\frac{\sigma}{\lambda} + 0.91\left(\frac{\sigma}{\lambda}\right)^{\frac{3}{2}} - \ldots$$

Bricht man die Reihe hinter dem zweiten Gliede ab, so folgt Gleichung (2). Ist der Quotient $\frac{\sigma}{\lambda}$ kleiner als $1/3$, was in der vorliegenden Untersuchung fast ausnahmslos der Fall ist, so ist die Differenz zwischen den Werten von J, welche man nach der strengen Gleichung und nach Gleichung (2) erhält, kleiner als 1 Prozent.

Zunächst ließ sich ohne Schwierigkeit das Spektralgebiet, in welchem sich die gesuchten Übergänge vollziehen müssen, um ein weiteres Stück nach Seite der langen Wellen einschränken, indem wir unsere früheren Messungen mit den kurzwelligeren Reststrahlen von Kalkspat wiederholten. Nach neueren Untersuchungen der HH. NYSWANDER[1] und JOHN KOCH[2] ist die Energieverteilung und der Polarisationszustand der Reststrahlen von Kalkspat nicht nur von der Zahl der reflektierenden Flächen und von dem Einfallswinkel der Strahlen, sondern auch in erheblichem Maße von der Orientierung der Kalkspatplatten in Beziehung auf ihre optische Achse abhängig. Wir haben deshalb für die von uns verwendete Reststrahlenanordnung (3 Reflexionen an natürlichen polierten Spaltstücken unter 30° Inzidenz, zwei Platten mit vertikaler, eine mit horizontaler kleiner Diagonale[3] die Energieverteilung besonders bestimmt. Um hierbei auch von der spektralen Zusammen-

Tabelle I.

Wellenlänge λ	Ausschlag. beobachtet nach 3facher Reflexion an		$Z = 100 \cdot \frac{\alpha}{\beta}$
	Kalkspat α	Silber β	
6.29 μ	0.7	115.1	0.6
6.36	4.0	78.0	5.1
6.43	15.1	58.0	26.0
6.49	26.7	50.5	52.8
6.56	29.2	46.4	63.0
6.62	29.1	45.6	63.8
6.68	29.0	60.0	48.3
6.74	21.1	67.1	31.4
6.80	12.9	62.0	20.8
6.86	9.05	60.1	15.1
6.98	6.4	64.0	9.0
7.10	2.8	64.5	4.3
7.22	0.8	61.0	1.3

setzung der als Lichtquelle verwendeten Nernstlampe frei zu werden, haben wir innerhalb des in Betracht kommenden Bereichs 2 Energiekurven aufgenommen. Die erste bezieht sich auf die beobachtete Strahlung nach dreimaliger Reflexion an den Kalkspatplatten unter den angegebenen Versuchsbedingungen (Ausschläge α); die zweite wurde

[1] NYSWANDER, Phys. Rev. 28, S. 291, 1909.

[2] JOHN KOCH, Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsalensis Ser. IV Vol. II, No. 5, 1909.

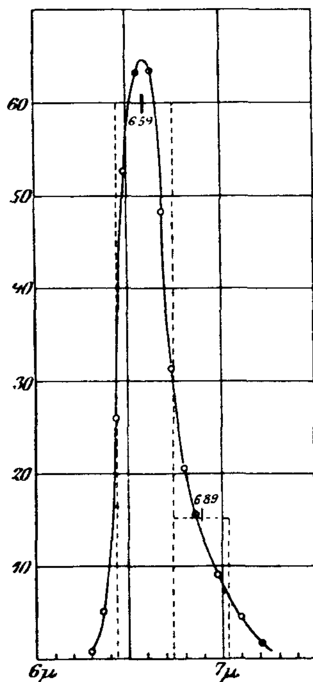
[3] Diese Bedingung ist nach Hrn. KOCH für die Homogenität der Strahlen günstig.

beobachtet, nachdem die 3 Kalkspatplatten durch vorderseitig versilberte Glasplatten ersetzt waren (Ausschläge β). Die Quotienten $\frac{\alpha}{\beta}$ hängen dann nur noch von der selektiven Reflexion der Kalkspatflächen ab. Diese Zahlen entsprechen der Energieverteilung der Reststrahlen bei Benutzung einer Strahlungsquelle, welche an allen Stellen des Spektrums gleiche Intensität besitzt.

Die Messungen wurden mit Hilfe eines Spiegelspektrometers ausgeführt, welches mit einem Flußspatprisma und einer linearen Thermosäule versehen war. Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle I enthalten.

Eine graphische Darstellung der Größe $Z = 100\frac{\alpha}{\beta}$ ist in Fig. 1 gegeben. Die Kurve unterscheidet sich nur wenig von derjenigen, welche Hr. John Koch unter ähnlichen Bedingungen beobachtet hat, ohne die Reduktion auf konstante Energie vorzunehmen. Diesem letzteren Umstand ist es zuzuschreiben, daß bei unseren Versuchen das Maximum der Energiekurve bei etwas größeren Wellenlängen auftritt. Der Abfall der Energiekurve erfolgt nach Seite der kurzen Wellen erheblich steiler als nach dem langwelligen Ende hin, und zwar derart, daß das Maximum der Kurve bei $6.59\,\mu$, der Schwerpunkt der Fläche dagegen bei $6.65\,\mu$ liegt. In erster Annäherung kann man sich, entsprechend den eingezeichneten punktierten Linien, die Energie der Reststrahlen aus zwei homogenen Teilen zusammengesetzt denken, deren mittlere Wellenlängen $6.59\,\mu$ und $6.89\,\mu$ betragen, und deren Intensitäten sich wie 4:1 verhalten. Die Plancksche Isochromate für dieses inhomogene Strahlenbündel haben wir auf doppelte Weise berechnet, indem wir einmal annahmen, die Strahlung sei völlig homogen und habe die Wellenlänge des Schwerpunktes $\lambda = 6.65\,\mu$, das andre Mal voraussetzten, die Strahlung bestehe aus zwei homogenen Streifen von der Wellenlänge 6.59 bzw. $6.89\,\mu$, von welchen jedoch der letztere gegenüber dem ersteren nur mit einem Viertel seiner Intensität in Rechnung kommt. Da die in beiden Fällen für die Temperaturen zwischen 18° und 500° aus der Planckschen Formel erhaltenen Werte bis auf ½ Prozent übereinstimmten, dürfen wir annehmen, daß die Inhomogenität der Reststrahlen

Fig. 1.



von Kalkspat auf die Ergebnisse unserer Versuche nur von geringem Einfluß gewesen ist.

Versuchsanordnung und Apparate waren dieselben, welche wir in unserer früheren Mitteilung beschrieben haben[1]. Nur der schwarze Körper mit großer Öffnung ist bei unseren neueren Versuchen im Innern mit Mattlack geschwärzt worden, nachdem das früher als Schwärzungsmittel verwendete Kobaltoxyd sorgfältig entfernt worden war, da es an dem metallischen Kupfer nicht hinreichend festhaftet. Nach dieser Änderung ergaben die beiden schwarzen Körper sowohl für $\lambda = 26\,\mu$ als auch für $\lambda = 8.85\,\mu$ und für $\lambda = 6.65\,\mu$ genau die gleichen Emissionswerte. wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht. Die beiden schwarzen Körper *A* und *B* wurden auf die gleiche Temperatur (178°) erwärmt und mit ihrer Öffnung vor ein feststehendes, wassergespültes Diaphragma von 17 mm Durchmesser gesetzt, hinter welchem sich die betreffende Reststrahlenanordnung befand.

Tabelle II.

Schwarzer Körper	Reststrahlen von Fluorit $\lambda = 26\,\mu$	Reststrahlen von Quarz $\lambda = 8.85\,\mu$	Reststrahlen von Kalkspat $\lambda = 6.65\,\mu$
A Mit Mattlack geschwärzt, Öffnung 40 mm	26.95 mm	97.7 mm	35.6 mm
B Mit Ruß geschwärzt, Öffnung 22 mm	26.85	97.3	35.7

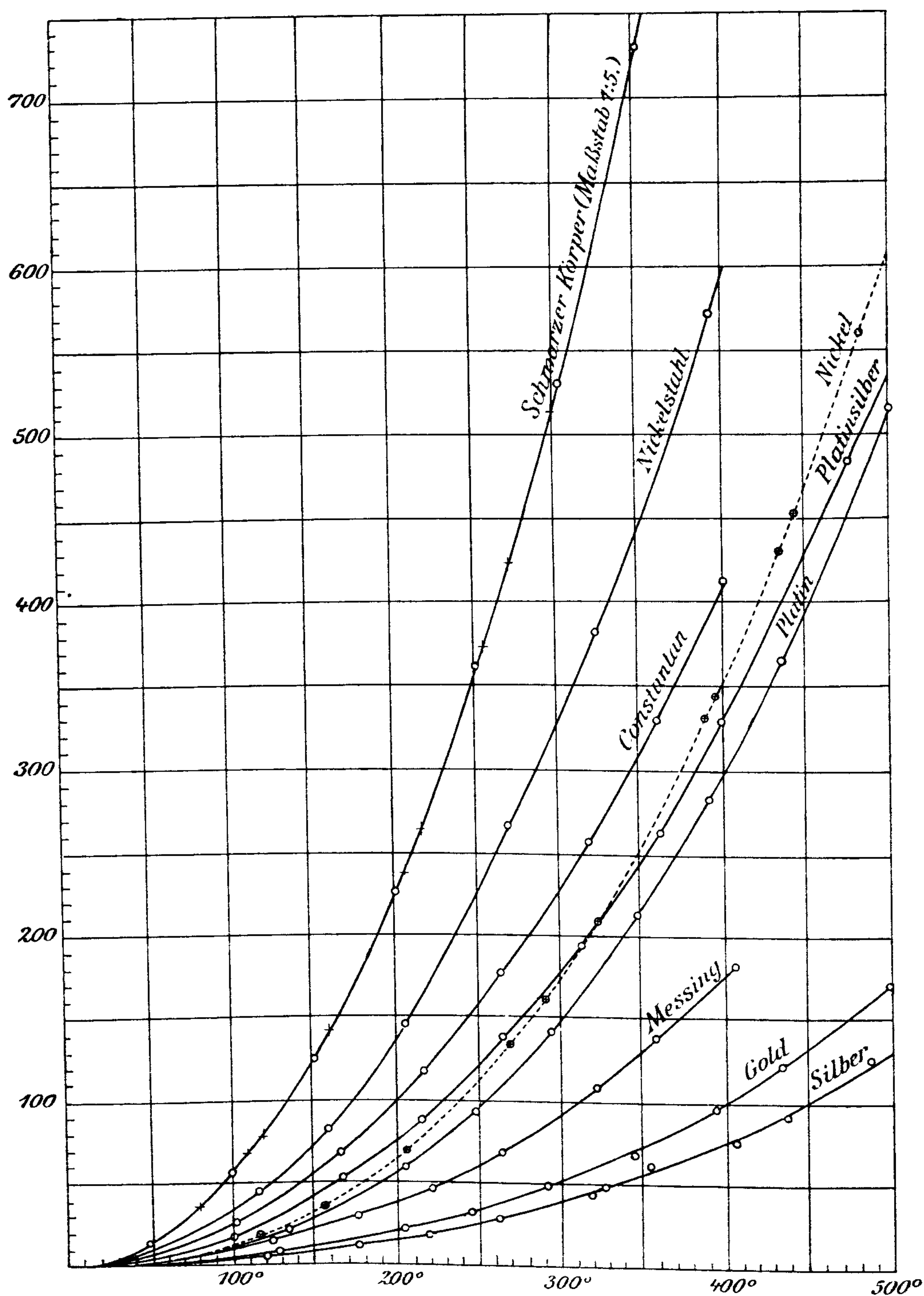
Die Ausführung und Berechnung der Versuche geschah in der früher angegebenen Weise[2]. In Fig. 2 sind die Isochromaten für die acht untersuchten Metalle und Legierungen mit derjenigen des schwarzen Körpers zusammengestellt. Bei letzterer sind die Ordinaten auf $^1/_5$ verkleinert. Als Isochromate des schwarzen Körpers ist die Kurve eingezeichnet, welche sich aus der PLANCKschen Formel bei Annahme der Konstanten $c = 14500$ für $\lambda = 6.65\,\mu$ ergibt. Wie man sieht, schließt sich diese Kurve den Beobachtungen, welche bis 300° reichen und in der Figur durch kleine Kreuze angedeutet sind, so gut an, daß wir wohl berechtigt sind, die PLANCKsche Isochromate auch in dem Temperaturintervall zwischen 300° und 500° als richtig anzunehmen.

Tabelle III enthält die Strahlungsintensitäten, welche sich durch Interpolation aus den Emissionskurven der untersuchten Metalle und

[1] Vgl. A S. 481.
[2] Vgl. A S. 481—485.

Fig. 2.

$\lambda = 6.65\mu.$



des schwarzen Körpers für die Temperaturen 100°, 200°, 300°, 400° und 500° ergeben. Tabelle IV liefert eine Zusammenstellung der spezifischen Widerstände der Metalle für diese Temperaturen. In Tabelle V endlich sind die aus Tabelle III erhaltenen, beobachteten Emissions-

Tabelle III.

Reststrahlen von Kalkspat, 3 Reflexionen.

t	Schwarzer Körper	Silber	Gold	Platin	Nickel	Messing	Platinsilber	Konstantan	Nickelstahl 36.1 Proz. Ni
100°	281	—	—	12.5	13.0	10.0	18.5	25.1	35.0
200	1133	16.3	21.2	57.3	65.5	39.1	76.5	100.0	140.0
300	2646	40.0	52.5	150.0	175.0	93.5	179.0	230.0	332.0
400	4800	78.5	100 5	299.0	356.0	178.0	333.0	413.0	600.0
500	7510	133.0	176.0	520.0	612.0	—	535.0	—	—

Tabelle IV.

Spezifischer Widerstand σ (Ohm pro m/qmm).

Temperatur t	Silber	Gold	Platin	Nickel	Messing	Platinsilber	Konstantan	Nickelstahl 36.1 Proz. Ni
100°	0.0209	0.0305	0.1385	0.1382	0.0747	0.3156	0.5078	0.8900
200	0.0272	0.0394	0.1755	0.1950	0.0850	0.3237	0.5055	0.9640
300	0.0337	0.0483	0.2140	0.2680	0.0957	0.3317	0.5041	1.029
400	0.0405	0.0577	0.2500	0.3422	0.1069	0.3402	0.5035	1.076
500	0.0468	0.0675	0.2845	0.3775	—	0.3493	—	1.110

Tabelle V.

Reststrahlen von Kalkspat, $\lambda = 6.65\,\mu$.

Emissionsvermögen J' beobachtet, J berechnet; $\gamma = \frac{J}{J'}$.

Metall	100°			200°			300°			400°			500°			γ Mittel
	J'	J	γ	J'	J	γ	J'	J	γ	J'	J	γ	J'	J	γ	
Silber	—	—	—	1.43	2.31	1.62	1.51	2.57	1.70	1.63	2.80	1.72	1.77	3.00	1.69	1.68
Gold	—	—	—	1.87	2.78	1.49	1.98	3.06	1.54	2.17	3.33	1.54	2.32	3.60	1.55	1.53
Platin	4.45	5.12	1.15	5.06	5.72	1.13	5.67	6.31	1.11	6.22	6.82	1.10	6.93	7.27	1.05	1.11
Nickel	4.65	5.11	1.10	5.78	6.04	1.05	6.62	7.04	1 06	7.43	7.94	1.07	8.12	8.31	1.02	1.06
Messing	3.56	3.79	1.06	3.45	4.02	1.16	3.53	4 28	1.21	3.71	4.51	1.21	—	—	—	1.16
Platinsilber	6.58	7.60	1.15	6.75	7.71	1.14	6.76	7.81	1.15	6.93	7.91	1.14	7.12	8.00	1.12	1.14
Konstantan	8.98	9.57	1.07	8.83	9.55	1.08	8.70	9.53	1.09	8.62	9.51	1.10	—	—	—	1.08₅
Nickelstahl	12.5	12.5	1.00	12.4	12.8	1 03	12.5	13.3	1.06	12.5	13 7	1.10	—	—	—	1.05
Mittelwert von γ für konstante Temperatur			1.22			1.21			1.24			1.25			1.21	

vermögen J' mit den aus den spezifischen Widerständen nach Formel (2) berechneten Emissionsvermögen J für sämtliche Materialien und Temperaturen zusammengestellt. Zugleich enthält die Tabelle V die Verhältnisse $\gamma = \frac{J}{J'}$, welche bei strenger Gültigkeit der Formel (2) sämtlich gleich eins sein müßten. Ebenso aber wie für die Reststrahlen von Quarz ergeben sich auch für die Reststrahlen von Kalkspat die γ-Werte sämtlich zu groß. Sie schwanken zwischen 1.68 (Silber) und 1.06 (Nickel), zeigen jedoch keinen ausgesprochenen Gang mit der Temperatur, wie aus den in der letzten Horizontalreihe enthaltenen Mittelwerten von γ für konstante Temperatur am deutlichsten hervorgeht[1]. Die Emissionsvermögen der untersuchten Materialien ergeben sich zwar an dieser Stelle des Spektrums sämtlich kleiner, die Reflexionsvermögen höher, als dies nach Formel (2) der Fall sein müßte, aber die Abhängigkeit jener optischen Konstanten von der Temperatur ist auch für $\lambda = 6.65\,\mu$ noch immer nahezu die von der elektromagnetischen Lichttheorie geforderte. Immerhin zeigen die γ-Werte in Tabelle V bei den einzelnen Metallen zweifellos etwas größere Schwankungen mit der Temperatur, als für Reststrahlen von Quarz und Flußspat beobachtet worden war.

Mit unseren früheren Messungen des Reflexionsvermögens sind die hier angegebenen Zahlen nicht ohne weiteres vergleichbar, da dieselben für andere Temperaturen und teilweise auch für andere Materialien gelten (Platin und Nickel). Extrapoliert man die beobachteten Emissionsvermögen bis $t = 18°$, so ergeben sich hieraus die folgenden Reflexionsvermögen (R') der untersuchten Materialien für $\lambda = 6.65\,\mu$. Die Ergebnisse unserer früheren Reflexionsmessungen (R) sind zum Vergleich danebengestellt.

Man erkennt wiederum, daß die wesentlich genauere Emissionsmethode etwas größere Reflexionsvermögen liefert, als sich aus der Messung der direkten und reflektierten Strahlung ergeben.

Nachdem wir durch die vorstehenden Versuche festgestellt hatten, daß auch für Strahlen von der 10 fachen Wellenlänge des roten Lichts die Änderung des Emissionsvermögens mit der Temperatur noch im wesentlichen dieselbe ist wie in dem Gebiet der größten Wellenlängen,

---

[1] Bei der Bildung dieser Mittelwerte von γ für konstante Temperatur ist die Schwierigkeit zu überwinden, daß einige Metalle (Silber und Gold) wegen zu geringer Strahlung bei der tiefsten Temperatur, andere Metalle (Messing, Konstantan- und Nickelstahl) wegen Veränderung ihrer Oberfläche bei der höchsten Temperatur nicht untersucht werden konnten. In diesen Fällen ist stets der in der letzten Spalte der Tabelle V enthaltene Mittelwert von γ für das betreffende Metall an Stelle des fehlenden Wertes eingesetzt worden.

Tabelle VI.

Reststrahlen von Kalkspat, $\lambda = 6.65\,\mu$.

Metall	R' aus J' berechnet	R beobachtet
Silber	98.9	98.4
Gold	98.5	97.7
Platin	96.0	95.2
Nickel	96.0	94.6
Messing	96.6	—
Platinsilber	93.5	—
Konstantan	91.2	92.1
Nickelstahl	87.5	—

ergab sich für uns die Aufgabe, die Temperaturkoeffizienten in dem Spektralgebiet zwischen $\lambda = 6.65\,\mu$ und dem sichtbaren Spektrum zu ermitteln. Während dieser kurzwellige Teil des ultraroten Spektrums für die meisten Strahlungsmessungen am leichtesten zugänglich ist, sind die Schwierigkeiten, welche sich einer Untersuchung der Temperaturabhängigkeit des Emissionsvermögens der Metalle gerade in diesem Spektralgebiet entgegenstellen, besonders große. Der Grund ist leicht zu erkennen. Da die Reststrahlenmethode hier versagt, so ist man genötigt, die spektrale Zerlegung mit Hilfe eines Spektrometers vorzunehmen. Die von den Metallen emittierte Strahlung nimmt aber in diesem Spektralgebiet nur dann spektrothermometrisch meßbare Werte an, wenn man die Metalle auf eine sehr hohe Temperatur erhitzt. Derartige Temperaturerhöhungen können aber nur wenigen Metallen zugemutet werden, ohne daß ihre Oberflächenbeschaffenheit darunter leidet. Bei Erhitzung in freier Luft ist man hier im wesentlichen auf die Metalle und Legierungen der Platingruppe angewiesen; und selbst innerhalb dieser Gruppe wird die Auswahl dadurch beschränkt, daß auch die mechanische Beschaffenheit der Oberfläche keine Veränderung durch die Erwärmung erleiden darf. Nach unserer Erfahrung genügen reines Platin und die zu LE CHATELIERschen Elementen verwendete Platin-Rhodium-Legierung mit 10 Prozent Rhodiumgehalt diesen Bedingungen in ausreichender Weise. Unsere Emissionsversuche im kurzwelligen Ultrarot beziehen sich auf diese beiden Materialien. Fig. 3 zeigt die verwendete Versuchsanordnung. P ist ein mit einer Schutzkappe Q bedeckter Platinglühapparat, welcher mit Wechselstrom bis 200 Amp. betrieben werden kann. Aus den zu untersuchenden Platin- bzw. Platin-Rhodium-Blechen wurden nach dem Vorgang der HH. LUMMER und KURLBAUM[1] flache parallepipetischen Kästen K hergestellt, in

[1] O. LUMMER und F. KURLBAUM, Verhdl. Phys. Ges. Berlin 17, 106—111, 1898.

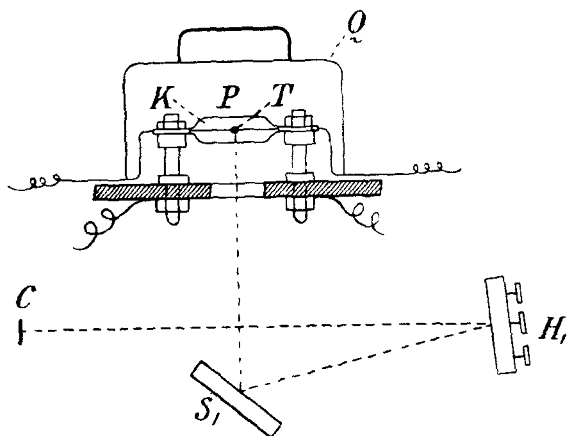


Fig. 3.

deren Innern sich die temperaturempfindliche Lötstelle eines Le Chatelierschen Thermoelements T befand, dessen freie Lötstellen auf Null Grad gehalten wurden[1]. Die Blechkasten wurden mit horizontaler Grundfläche in den Platinglühapparat eingespannt und durch den Strom zum Glühen gebracht. Durch ein in der Bodenplatte des Platinglühapparats angebrachtes Loch fielen die Strahlen auf einen Planspiegel S, und von da auf einen Hohlspiegel H, welcher sie zu einem Bilde des glühenden Blechs auf dem Spalt C des Spiegelspektrometers vereinigte. Durch Wasserspülung wurde die Bodenplatte des Platinglühapparats auf Zimmertemperatur gehalten.

Die Temperaturmessung mit dem Thermoelement wurde nur bei tiefen Temperaturen verwendet. Bei Temperaturen über 800° benutzten wir ein optisches Pyrometer nach Holborn und Kurlbaum und berechneten aus der beobachteten schwarzen Temperatur die wahre Temperatur der glühenden Metallfläche unter Zugrundelegung ihres bekannten Reflexionsvermögens in der von den HH. Holborn und Henning[2] angegebenen Weise. Der Vorzug der pyrometrisch-optischen Methode besteht darin, daß sie unmittelbar die Temperatur desjenigen Teiles der strahlenden Metalloberfläche zu bestimmen gestattet, welcher auf dem Spektrometerspalt C abgebildet wird, wogegen das Thermoelement nur einen Mittelwert der Temperatur des gesamten Blechkastens liefert. Beide Methoden ergaben übrigens nahe übereinstimmende Temperaturen, wie aus folgender Tabelle zu ersehen ist, welche unseren Emissionsversuchen mit Platin-Rhodium entnommen wurde.

Das von uns verwendete Spiegelspektrometer war mit einem Fluoritprisma von 60° brechendem Winkel versehen. Die Breite der beiden Spalte betrug 0.7 mm, die Brennweite der Objektive je 55 cm, die Strahlungsmessung geschah mit Hilfe einer linearen Thermosäule, welche unmittelbar hinter dem Okularspalt angebracht war. Die beobachteten Ausschläge betrugen bei den tieferen Temperaturen zwar nur wenige

---

[1] Um Veränderungen der Thermokraft durch die bei hoher Temperatur eintretende Bestäubung zu vermeiden, war das Thermoelement im Innern des glühenden Blechkastens von einem Quarzröhrchen umgeben.

[2] Holborn und Henning, diese Berichte 1905, 311—317.

Tabelle VII.

Temperaturmessung Thermoelement	opt. Pyrometer
803	800
1000	990
1200	1195
1400	1406

Millimeter, die Genauigkeit der Ablesung war aber eine so große, daß durch Häufung der Beobachtungen die Fehler auf wenige Prozente herabgedrückt werden konnten. Die Ergebnisse unserer Beobachtungen sind in den Tabellen VIII und IX zusammengestellt.

In der ersten Spalte sind die Wellenlängen angegeben, auf welche sich die übrigen Zahlen beziehen. Die Zahlen der zweiten Spalte sind die in der angegebenen Weise gemessenen Temperaturen t der strahlenden Metallfläche. In der dritten Spalte sind die direkt beobachteten Ausschläge E enthalten. Die vierte Spalte liefert die Emissionswerte E_s eines schwarzen Körpers für die gleichen Wellenlängen und Temperaturen, berechnet nach der Planckschen Formel unter Annahme der Konstanten $c = 14500$, in willkürlichen Einheiten. Die fünfte Spalte

Tabelle VIII.

Reines Platin.

$\sigma_0 = 0.100$, $\alpha = 3.64 \times 10^{-3}$, $\beta = -4 \times 10^{-7}$.

	t	E	E_s	$\mathfrak{F}' = \frac{E}{E_s}$	$\mathfrak{F}$	$\gamma_1 = \frac{\mathfrak{F}}{\mathfrak{F}'}$
$\lambda = 2\mu$	635°	12.5	33.9	0.369	0.271	0.734
	844	56.4	151.5	0.372	0.295	0.793
	1045	147.7	408.0	0.362	0.316	0.873
	1251	305.5	868.0	0.352	0.334	0.949
	1455	534.5	1532.0	0.349	0.349	1.000
$\lambda = 4\mu$	430°	1.59	5 67	0.285	0.283	0.993
	635	5.98	18.7	0.320	0.316	0.988
	844	14.1	40.6	0.347	0.344	0.991
	1045	25 6	68 0	0.377	0.369	0.979
	1251	39.7	102.2	0.389	0.391	1.005
	1455	57.3	140.3	0 408	0.408	1.000
$\lambda = 6\mu$	635°	2.42	7.50	0.323	0.330	1.021
	844	4.85	13.0	0.369	0.362	0.980
	1045	7.35	19.0	0.387	0 390	1.008
	1251	10.75	25.8	0.418	0.411	0.983
	1455	14.1	32.7	0 431	0.431	1 000

Tabelle IX.

Platin-Rhodium.

$\sigma_0 = 0.211$, $\alpha = 1.592 \times 10^{-3}$, $\beta = -1.4 \times 10^{-7}$.

	t	E	E_s	$\delta' = \frac{E}{E_s}$	δ	$\gamma_1 = \frac{\delta}{\delta'}$
$\lambda = 2\mu$	600°	10.62	24.6	0.433	0.340	0.785
	800	48.0	116.2	0.413	0.361	0.875
	1000	138.4	338.0	0.408	0.381	0.935
	1200	311.5	733.0	0.427	0.400	0.937
	1400	355.0	1333.0	0.413	0.413	1.000
$\lambda = 4\mu$	400°	2.30	4.52	0.508	0.493	0.970
	600	8.5	15.9	0.534	0.531	0.994
	800	19.7	35.3	0.560	0.566	1.011
	1000	36 0	61.8	0.582	0.600	1.030
	1200	57.6	93.1	0.619	0.628	1.014
	1400	84.5	129.3	0.653	0.653	1.000
$\lambda = 6\mu$	600°	1.50	6.67	0.225	0.226	1.004
	800	2.72	11.7	0.232	0.241	1.041
	1000	4.40	17.6	0.250	0.255	1.020
	1200	6.40	24.0	0.266	0.268	1.007
	1400	8.63	30.7	0.278	0.278	1.000

enthält die Quotienten $\delta' = \frac{E}{E_s}$, welche als relative Emissionsvermögen des Metalls für die betreffende Wellenlänge bezeichnet werden können, da sie bis auf einen nur von der Wellenlänge, aber nicht von der Temperatur abhängigen Faktor mit den absoluten Werten des Emissionsvermögens übereinstimmen. In der sechsten Spalte sind den beobachteten relativen Emissionsvermögen δ' die nach Formel (2) berechneten Werte δ gegenübergestellt. Auch hier begnügen wir uns mit der Angabe relativer Werte von δ und wählen, um den Vergleich zwischen den beobachteten und berechneten Größen zu erleichtern, die Absolutwerte von δ derart, daß für die höchsten in der Tabelle aufgeführten Temperaturen δ und δ' übereinstimmen. Die in der letzten Spalte der Tabellen VIII und IX wiedergegebenen Quotienten $\gamma_1 = \frac{\delta}{\delta'}$ sind daher für die höchsten Temperaturen stets gleich eins und müßten es auch für alle übrigen Temperaturen sein, wenn Formel (2) streng erfüllt wäre. Die Änderung des elektrischen Widerstandes mit der Temperatur wurde für die beiden untersuchten Metalle zwischen 0° und 800° gemessen. Innerhalb dieses Temperaturbereichs ließ sich der Widerstand w_t mit genügender Annäherung durch die Gleichung darstellen:

$$w_t = w_0(1 + \alpha t + \beta t^2).$$

Für Platin ergab sich $\alpha = +3.64 \times 10^{-3}$, $\beta = -4.0 \times 10^{-7}$,
für Platinrhodium $\alpha = +1.59 \times 10^{-3}$, $\beta = -1.4 \times 10^{-7}$.

Diese Konstanten sind bei der Berechnung von δ in den Tabellen VIII und IX verwendet worden.

Wie man sieht, ist die Übereinstimmung der Werte von δ und δ' bei beiden Metallen für $\lambda = 6\,\mu$ und $\lambda = 4\,\mu$ eine sehr vollkommene.

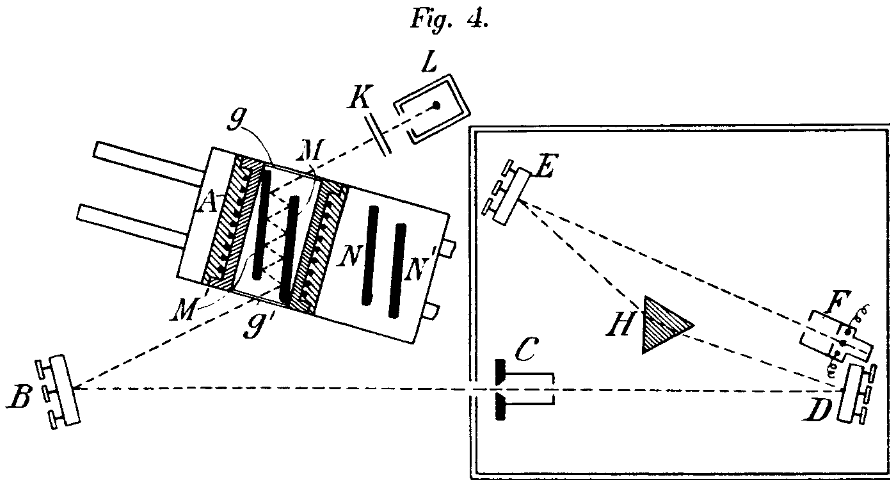
Für $\lambda = 2\,\mu$ ist eine systematische Änderung des Emissionsvermögens mit der Temperatur überhaupt nicht zu erkennen.

Diese Versuche lehren also, daß sich der Übergang des »optischen« Temperaturkoeffizienten in den »elektrischen« bei den beiden untersuchten Metallen zum größten Teil in dem Spektralgebiet zwischen $\lambda = 2\,\mu$ und $\lambda = 4\,\mu$ vollzieht.

Es ist oben ausgeführt worden, daß sich Emissionsversuche der beschriebenen Art nur bei wenigen Metallen anstellen lassen; dagegen ist es uns gelungen, durch Messung der Temperaturabhängigkeit des Reflexionsvermögens an einer Reihe von anderen Metallen unser Beobachtungsmaterial zu erweitern. Bei geeigneter Versuchsanordnung bieten derartige Messungen keine besonderen Schwierigkeiten. Verwendet man eine intensive heiße Strahlungsquelle, z. B. eine Nernstlampe, so ist in dem kurzwelligen Teil das Ultrarot für spektrothermometrische Messungen reichlich Energie vorhanden und die Temperaturerhöhung der zu untersuchenden Metalle und Legierungen kann bei Reflexionsmessungen auf einige hundert Grad beschränkt bleiben. Jedoch tritt hier eine andere Schwierigkeit auf, welche darin besteht, daß die Messungen des Reflexionsvermögens einen außerordentlich hohen Grad von Genauigkeit erreichen müssen, wenn man aus den sehr geringen Änderungen dieser Größe auf die damit verbundenen, oft sehr erheblichen Änderungen des Emissionsvermögens zuverlässige Rückschlüsse ziehen will. Ein Beispiel möge dieses erläutern. Bei Zimmertemperatur beträgt das Reflexionsvermögen R des Nickels für $\lambda = 4\,\mu$ und nahezu senkrechte Inzidenz 92.0 Prozent. Erwärmt man den Nickelspiegel um 200°, so sinkt das Reflexionsvermögen um 1.2 Prozent, beträgt also dann noch 90.8 Prozent. Das Emissionsvermögen $(100 - R)$ des Nickels aber ändert sich gleichzeitig von 8.0 auf 9.2 Prozent, d. h. um etwa 15 Prozent seines Betrags. Da es nun aber sehr schwierig ist, Reflektionsvermögen genauer als auf $^1/_2$ Prozent zu bestimmen, so folgt, daß die Reflexionsmethode in der früher von uns benutzten Form hier nicht angewendet werden kann.

Weit günstiger gestaltet sich jedoch die Genauigkeit der Methode, wenn man statt einer einmaligen Spiegelung vielfache Reflexion an der zu untersuchenden Substanz eintreten läßt. Derartige Versuche haben wir in folgender Weise angestellt.

Fig. 4.



Die Strahlen einer Nernstlampe *L* mit 3.5 mm dickem Faden, welche durch eine Akkumulatorenbatterie auf konstanter Glühtemperatur gehalten wurde, fallen bei aufgezogenem Klappschirm *K* auf die beiden parallelen Metallspiegel *M* und *M'* aus der zu untersuchenden Substanz, zwischen welchen sie drei- oder viermal hin und her reflektiert werden, so daß sie im ganzen sechs bzw. acht Reflexionen an den Metalloberflächen erleiden. Nach Verlassen des Spiegels *M* treffen die Strahlen auf den Hohlspiegel *B*, welcher sie auf dem Spalt *C* unseres Spiegelspektrometers *CDHEF* zu einem Bilde der Lichtquelle *L* vereinigt. Die Metallspiegel *M* und *M'* sind durch horizontale Querverbände aus demselben Material, aus welchem die Spiegel bestehen, zu einem nur an den Enden offenen rechteckigen Metallkasten fest verschraubt. Die Spiegel *M* und *M'* befinden sich im Innern eines elektrischen Ofens *A*, welcher aus einem horizontal liegenden dickwandigen Kupferrohr mit daraufgewickelter Heizspirale bestand und auf seiner Mantelfläche mit mehreren Lagen von Asbest umwunden war. Die Grundflächen des zylindrischen Ofens waren durch 0.01 mm dicke Glimmerplatten geschlossen. Um eine recht günstige Ausnutzung dieser Glimmerfenster bei dem Ein- und Austritt der Strahlen zu bewirken und um einen möglichst geringen Inzidenzwinkel bei der Reflexion zu erzielen, wurde der Spiegelkasten in einer gegen die Achse des Ofens geneigten Lage im Innern desselben befestigt. Aus dem gleichen Grunde wurden auch die beiden Metallspiegel *M* und *M'* in der in Fig. 4 angedeuteten Weise in ihrer Längsrichtung etwas gegeneinander versetzt. Die Temperatur im Innern des Ofens wurde mit Hilfe eines Thermoelements aus Silber und Konstantan gemessen. Um die Metallspiegel bei höherer Temperatur möglichst vor Oxydation zu schützen, wurde der Ofen mit trockenem Stickstoff gefüllt und während der Versuchsdauer ein kon-

stanter Strom dieses Gases durch den Ofen hindurchgeleitet. Diese Maßregel erwies sich als notwendig, weil das Reflexionsvermögen für die kurzen Wellen, mit welchen wir es hier zu tun haben, sehr stark von geringen Oxydschichten beeinflußt wird. Im Gebiete der großen Wellenlängen ist dies in viel geringerem Grade der Fall.

Mit Hilfe der beschriebenen Versuchsanordnung gelingt es leicht, die Intensität an verschiedenen Stellen des Spektrums bei hoher und tiefer Temperatur des Ofens zu messen. Um hierbei von etwaigen Schwankungen in der Intensität der Nernstlampe unabhängig zu sein, haben wir folgende Anordnung getroffen: Der Ofen A mit den Metallspiegeln M und M' war auf einem Schlitten befestigt, auf welchem sich noch ein zweites Spiegelpaar N und N' aus Konstantan befand. Dieses wurde auf dem Schlitten so justiert, daß es durch Verschiebung des Schlittens bis zu einem Anschlag genau in die gleiche Stellung gebracht wurde, welche vorher das zu untersuchende, in dem Ofen befindliche Spiegelpaar eingenommen hatte. Für jede Wellenlänge wurden nun bei den verschiedenen Temperaturen des Ofens in beiden Stellungen des Schlittens Ausschlagsmessungen vorgenommen. Da das außerhalb des Ofens befindliche Spiegelpaar NN' stets auf Zimmertemperatur blieb, so war sein Reflexionsvermögen keinen Schwankungen unterworfen, und es wurde jede Änderung in der Intensität der Lichtquelle mit Hilfe dieses zweiten Spiegelpaares erkannt und bei der Berechnung der Versuchsergebnisse berücksichtigt. Bezeichnen wir die in bezug auf die Schwankung der Lichtquelle korrigierte Intensität für eine bestimmte Wellenlänge bei Zimmertemperatur (t_1) der reflektierenden Flächen mit ϕ_1, bei heißem Ofen (Temperatur t_2) mit ϕ_2 und setzen wir m fache Reflexion an den Spiegeln voraus, so ergibt sich für die Reflexionsvermögen R_1 und R_2 bei den Temperaturen t_1 und t_2 die Relation

$$\frac{R_1}{R_2} = \sqrt[m]{\frac{\phi_1}{\phi_2}}.$$

Das Verhältnis $\frac{R_1}{R_2}$ erhält man hiernach mit der m fachen Genauigkeit, mit welcher die Quotienten $\frac{\phi_1}{\phi_2}$ sich bestimmen lassen. Die Fehler in der Messung dieses Quotienten überschreiten selten ein halbes Prozent, wenn keine dauernden Veränderungen der reflektierenden Metallflächen eintreten. Das Verhältnis $\frac{R_1}{R_2}$ läßt sich mithin bei der von uns benutzten Versuchsanordnung auf etwa 0.1 Prozent genau bestimmen.

Versuche der beschriebenen Art haben wir mit Nickel, Stahl, Konstantan und Spiegelmetall (BRANDES- und SCHÜNEMANNsche Legierung 09)

angestellt. Bevor wir jedoch an die definitive Ausführung dieser Versuche gingen, haben wir uns durch besondere Messungen davon überzeugt, daß die thermische Änderung der selektiven Absorption und Reflexion der Strahlung durch die Glimmerplatten *G* und *G'* so gering ist, daß sie die Resultate nicht merklich beeinflußt haben kann. Wir ließen zu diesem Zweck die Strahlung der Nernstlampe durch den elektrischen Ofen hindurch auf den Spektrometerspalt fallen. Die Glimmerfenster *G* und *G'* waren eingesetzt, die Spiegel *M* und *M'* aber aus dem Ofen entfernt. Nun wurden bei kaltem Ofen an verschiedenen Stellen des Spektrums Ausschläge gemessen und die Beobachtungen wiederholt, wenn der Ofen auf 326° erwärmt war. Hierbei wurde der übliche Klappschirm zwischen Strahlungsquelle und Ofen angeordnet, um die beobachteten Ausschläge von der Wärmestrahlung des Ofens unabhängig zu machen. Über die gewonnenen Resultate gibt die folgende Tabelle X Aufschluß.

Tabelle X.

Einfluß der Glimmerplatten.

λ	Ausschlag beobachtet	
	$t = 17°$	$t = 326°$
0.78μ	43.9	44.1
1.00	188.6	188.2
2.00	403.0	403.4
3.00	129.7	128.6
4.00	101.3	101.2
5.00	74.6	73.9

Die Ausschläge zeigen in den beiden Reihen nur so geringe Unterschiede, daß wir die Schwächung, welche die Strahlen durch die Glimmerplatten erfahren, innerhalb der hier in Betracht kommenden Grenzen als unabhängig von der Temperatur ansehen dürfen.

Bei der Ausführung der Versuchsreihen nach der in Fig. 4 dargestellten Methode waren wir besonders darauf bedacht, die Fehler zu vermeiden, welche durch eine dauernde Änderung der Spiegeloberflächen, hauptsächlich durch Oxydation bei den höheren Temperaturen, eintreten können. Wir haben deshalb unsere Versuchsreihen stets so eingerichtet, daß abwechselnd bei hoher und tiefer Temperatur des Ofens beobachtet wurde. Hierdurch ließen sich dauernde Veränderungen der Spiegeloberflächen sofort erkennen.

Die geometrische Justierung der Spiegel zeigte bei einer Erwärmung auf 300° in dem elektrischen Ofen keine merkliche Änderung; Infolge der großen Dicke des Nernstfadens[1] und der erheblichen Breite

[1] Dicke des Nernstfadens 3.5 mm, Stromstärke 3 Amp.

des Bildes, welche diejenige des Spaltes um mehr als das 6fache übertraf, waren sehr merkliche Änderungen der Justierung nur von geringem Einfluß auf die Größe der beobachteten Ausschläge.

Die Ergebnisse unserer Beobachtungen an den vier untersuchten Metallen sind in den Tabellen XI bis XIV niedergelegt.

Tabelle XI.
Nickel.

λ	Ausschlag φ, beobachtet nach 6facher Reflexion unter 34° Inzidenz bei				
	$t = 22°$	$t = 306°$	$t = 30°$	$t = 314°$	$t = 20°$
0.78 μ	30.3	30.1	30.0	30.1	30.1
1.00	151.2	153.0	151.7	153.6	151.0
2.00	665.6	652.1	663.9	654.1	665.6
3.00	274.5	257.4	275.0	259.9	276.3
4.00	163.1	146.7	163.1	146.2	164.0
5.00	74.8	62.1	74.0	61.8	74.8

Tabelle XII.
Konstantan.

λ	Ausschlag φ, beobachtet nach 6facher Reflexion unter 34° Inzidenz bei		
	$t = 22°$	$t = 159°$	$t = 18°$
0.78 μ	34.1	33.8	33.6
1.00	162.4	161.3	159.9
2.00	574.3	573.7	575.1
3.00	208.4	208.8	208.4
4.00	115.2	116.6	114.8
5.00	54.2	54.2	54.4

Tabelle XIII.
BRANDES- und SCHÜNEMANNsches Spiegelmetall (Leg. 09).
64 Cu + 34 Sn + 2 Ni

λ	Ausschlag φ, beobachtet nach 6facher Reflexion unter 30° Inzidenz bei		
	$t = 20°$	$t = 250°$	$t = 115°$
0.78 μ	61.9	61.7	61.3
1.00	288.5	304.2	296.2
2.00	509.1	529.0	515.4
3.00	260.2	243.3	251.9
4.00	108.4	102.3	105.5
5.00	58.8	55.3	57.2

Tabelle XIV.

Stahl (ungehärtet).

λ	Ausschlag φ, beobachtet nach 8facher Reflexion unter 30° Inzidenz bei		
	$t = 20°$	$t = 150°$	$t = 20°$
0.78 μ	6.0	6.1	5.95
1.00	38.3	38.2	38.2
2.00	182 9	177.3	183.5
3.00	119.1	115.0	119.9
4.00	53.2	50.8	53.1
5.00	33.2	30 0	33.4

In allen Fällen ist die Abhängigkeit des Reflexionsvermögens von der Temperatur bei $\lambda = 0.78\,\mu$ außerordentlich gering, wie man aus der nahen Übereinstimmung der ϕ-Werte für diese Wellenlänge schließen kann. Bei dem Konstantan ist das Reflexionsvermögen für sämtliche Wellenlängen von der Temperatur fast unabhängig; es entspricht dies vollkommen seinem elektrischen Verhalten. Dagegen zeigen die Brandes- und Schünemannsche Legierung, Stahl und insbesondere Nickel, erhebliche Temperaturabhängigkeit des Reflexionsvermögens, welche im allgemeinen um so stärker hervortritt, zu je größeren Wellenlängen man fortschreitet. Bei der Brandes- und Schünemannschen Legierung sind die Temperaturkoeffizienten des Reflexionsvermögens für $\lambda = 1\,\mu$ und $\lambda = 2\,\mu$ zweifellos positiv, d. h. die Reflexionsvermögen wachsen bei diesen Wellenlängen mit steigender Temperatur. Für $\lambda = 3\,\mu$, $4\,\mu$ und $5\,\mu$ dagegen verlaufen bei Nickel, Stahl und Spiegelmetall die beobachteten Änderungen des Reflexionsvermögens in der von der elektromagnetischen Lichttheorie geforderten Richtung.

Um festzustellen, inwieweit die beobachtete Temperaturabhängigkeit des Reflexionsvermögens denjenigen Werten entspricht, welche sich aus Formel (2) unter Zugrundelegung der elektrisch gemessenen Temperaturkoeffizienten des Widerstandes ergeben, wurde folgendermaßen verfahren. Wir entnehmen aus den Zahlen der Tabellen XI bis XIV die Verhältnisse $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt[m]{\frac{\phi_1}{\phi_2}}$, indem wir aus den verschiedenen Reihen für gleiche oder angenähert gleiche Temperatur Mittelwerte bilden und diese dem mittleren Temperaturwert zuordnen. Aus dem Verhältnis $\frac{R_1}{R_2}$ und dem Absolutwert des Reflexionsvermögens R_1 für Zimmertemperatur t_1 wird dann das Reflexionsvermögen R_2 für die hohe Temperatur t_2 berechnet. Sind R_1 und R_2 bekannt, so sind damit auch die

Emissionsvermögen $J_1 = 100 - R_1$ und $J_2 = 100 - R_2$ für die beiden Temperaturen t_1 und t_2 gegeben und ebenso das Verhältnis der beiden Emissionsvermögen $n' = \frac{J_2}{J_1}$.

Zur Berechnung der Größe n' ist, wie man sieht, außer den beobachteten Ausschlägen ϕ_1 und ϕ_2 auch die Kenntnis des Reflexionsvermögens R_1 für Zimmertemperatur t_1 erforderlich. Für Nickel und Konstantan ist diese Größe durch unsere früheren Arbeiten[1] bekannt. Für den von uns verwendeten Gußstahl dagegen sowie für die BRANDES- und SCHÜNEMANNsche Legierung 09, welche von den früher von uns untersuchten Spiegelmetallen in ihrer Zusammensetzung etwas abweicht, mußte das Reflexionsvermögen für $\lambda = 0.78$ bis $5\,\mu$ neu bestimmt werden. Es geschah dies, indem wir die Strahlung unserer Nernstlampe vor ihrem Eintritt in das Spektrometer abwechselnd an der zu untersuchenden Metalloberfläche und an einem Silberspiegel unter sonst gleichen Bedingungen reflektieren ließen. Der Quotient aus den in beiden Fällen beobachteten Ausschlägen ergab das Verhältnis der Reflexionsvermögen der beiden Metalle für die betreffende Wellenlänge. Aus dem bekannten Reflexionsvermögen des Silbers ließ sich dann das Reflexionsvermögen des untersuchten Metalls berechnen.

Die Reflexion der Strahlung an den zu untersuchenden Spiegeln geschah meist unter einem Inzidenzwinkel von angenähert 30°. Nach Versuchen von JAMIN[2] und DE LA PROVOSTAYE und P. DESAINS[3] ist das Reflexionsvermögen der Metalle unter diesem Inzidenzwinkel für natürliche Strahlung noch nahezu das gleiche wie bei senkrechtem Einfall. Auch unterscheidet sich bei einem Inzidenzwinkel von 30° das Reflexionsvermögen der Metalle für parallel und senkrecht zur Einfallsebene polarisierte ultrarote Strahlung nur um wenige Prozente, so daß wir hier von einer Berücksichtigung des Polarisationszustandes der reflektierten Strahlung Abstand nehmen und unsere für nahezu senkrechte Inzidenz erhaltenen Resultate mit genügender Annäherung auf den vorliegenden Fall übertragen dürfen.

In den Tabellen XV bis XVII ist das Zahlenmaterial zusammengestellt, welches zur Berechnung des Verhältnisses n' des Emissionsvermögens bei hoher und tiefer Temperatur für Nickel, Stahl und Spiegelmetall nach der in dem Vorstehenden gegebenen Darstellung erforderlich ist. Bei dem Konstantan erwies sich die Änderung des

---

[1] E. HAGEN und H. RUBENS, Ann. d. Phys. 8, S. 16, 1902 und Ann. d. Phys. 11, S. 881, 1903.

[2] JAMIN, Ann. de Chim. et de Phys. (3) 19, S. 304. 1847.

[3] DE LA PROVOSTAYE et P. DESAINS, Ann. de Chim. et de Phys. (3) 30, S. 276, 1850.

Reflexionsvermögens mit der Temperatur für alle untersuchten Wellenlängen als so gering, daß sämtliche Werte von n' praktisch gleich 1 sind.

Tabelle XV.

Nickel; $\sigma_1 = 0.103$, $\sigma_2 = 0.274$.

λ	ϕ_1 $t_1 = 21°$	ϕ_2 $t_2 = 310°$	R_1	R_2	J_1	J_2	$n' = \frac{J_2}{J_1}$	n
0.78 μ	30.2	30.1	69.2	69.20	30.8	30.8	1.000	—
1.00	151.1	153.3	72.5	72.64	27.5	27.36	0.995	1.565
2.00	665 6	653.1	83 5	83.25	16.5	16.75	1.015	1.585
3.00	275.4	258.6	88.4	87.48	11 6	12.52	1.079	1.596
4.00	163.5	146.4	92.0	90.32	8.0	9.68	1.210	1.598
5.00	74.8	61.9	94.5	91.57	5.5	8.43	1.532	1.600

Tabelle XVI.

Brandes- und Schünemannsches Spiegelmetall (Leg. 09);
$\sigma_1 = 0.448$, $\sigma_2 = 0.530$.

λ	ϕ_1 $t_1 = 20°$	ϕ_2 $t_2 = 250°$	R_1	R_2	J_1	J_2	$n' = \frac{J_2}{J_1}$	n
0.78 μ	61.9	61.7	67.0	66.98	33.0	33.02	1.001	—
1.00	288.5	304.2	71.5	72.14	28.5	27.86	0.978	1.074
2.00	509.1	529.0	76.5	77.00	23.5	23.00	0.979	1.080
3.00	260.2	243.3	84.1	83.18	15.9	16.82	1.058	1.081
4.00	108.4	102.3	88.4	87.55	11.6	12.45	1.073	1.082
5.00	58.8	55.3	89.3	88.41	10.7	11.59	1.083	1.083

Tabelle XVII.

Stahl, ungehärtet; $\sigma_1 = 0.243$, $\sigma_2 = 0.323$.

λ	ϕ_1 $t_1 = 20°$	ϕ_2 $t_2 = 150°$	R_1	R_2	J_1	J_2	$n' = \frac{J_2}{J_1}$	n
0.78 μ	5.97	6 10	58.9	59.06	41.1	40.94	0.996	—
1.00	38.2	38.2	62.2	62.20	37.8	37.80	1.000	1.133
2.00	183.2	177.3	75.3	74.99	24.7	25.01	1.013	1.140
3.00	119.5	115.0	81.9	81.51	18.1	18.49	1.022	1.141
4.00	53 2	50.8	86.0	85.50	14.0	14.50	1.036	1.143
5.00	33.3	30.0	88.8	87.64	11.2	12.36	1.104	1.145

An dem Kopfe einer jeden Tabelle ist der spezifische Widerstand (σ_1 bzw. σ_2) des Materials für die beiden in Betracht kommenden Temperaturen t_1 und t_2 angegeben. Unter Benutzung dieser Konstanten wurde das Verhältnis n der Emissionsvermögen bei hoher und tiefer

Temperatur nach Formel (2) berechnet und den aus unseren Reflexionsversuchen abgeleiteten Werten von n' in der letzten Spalte der Tabellen XV bis XVII gegenübergestellt. Wie man sieht, sind die beobachteten Änderungen des Emissionsvermögens sowohl bei dem Nickel als auch bei dem Brandes- und Schönemannschen Spiegelmetall für $\lambda = 5\,\mu$ mit dem aus Formel (2) berechneten Werten in ziemlich guter Übereinstimmung. Bei dem Stahl hingegen beträgt die bei $\lambda = 5\,\mu$ experimentell festgestellte Zunahme des Emissionsvermögens mit der Temperatur nur etwa zwei Drittel des berechneten Werts. Aber auch bei diesem Material ist von $\lambda = 4\,\mu$ ab ein sehr rasches Anwachsen der Größe n' mit der Wellenlänge zu erkennen.

Als wichtigstes Ergebnis dieser Arbeit betrachten wir die Tatsache, daß in dem kurzwelligen ultraroten Spektrum bis etwa $\lambda = 2\,\mu$ die Änderung des Emissionsvermögens mit der Temperatur für die untersuchten sechs Metalle sehr klein ist und verschiedenes Vorzeichen besitzt. Von dieser Stelle des Spektrums an verläuft die Änderung stets in dem von der Maxwellschen Theorie geforderten Sinn und erreicht bei $\lambda = 5\,\mu$ in fünf von den untersuchten 6 Fällen den durch Formel (2) angegebenen Betrag.

Für Reststrahlen von Kalkspat ($\lambda = 6.65\,\mu$) zeigen bereits alle untersuchten Metalle und Legierungen nach Größe und Richtung die aus der Maxwellschen Theorie sich ergebende Abhängigkeit des Emissionsvermögens von der Temperatur, wie dies nach unseren früheren Messungen im Gebiet der langen Wellen allgemein der Fall ist.

Da nach der elektromagnetischen Lichttheorie der Brechungsexponent n und der Extinktionskoeffizient g eines Leiters, welcher keine dielektrischen Eigenschaften besitzt und nur durch galvanische Leitung absorbiert, mit dem Emissionsvermögen J für normale Inzidenz durch die Gleichung verbunden sind[1]:

$$(3) \qquad n = g = \frac{200}{J} - 1\,,$$

so ist anzunehmen, daß auch die optischen Konstanten n und g von etwa $5\,\mu$ ab die von der Maxwellschen Theorie verlangte Temperaturabhängigkeit aufweisen.

[1] Vgl. die zitierte Ableitung des Hrn. Planck S. 279. Aus dieser folgt, daß die Gleichung (3) unter den gegebenen Voraussetzungen für n streng gilt, dagegen für g nur mit etwa derselben Annäherung wie Gleichung (2).

Ausgegeben am 12. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE

1910.

XXIV.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

12. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender: Hr. Schwendener (i. V.).

1. Hr. Branca überreichte eine Arbeit des Hrn. Prof. Dr. Bücking in Strassburg: »Die Basalte und Phonolithe der Rhön, ihre Verbreitung und ihre chemische Zusammensetzung.«

Die mit Unterstützung der Akademie gemachte Untersuchung aller vulcanischen Vorkommen der Rhön ist nun zum Abschluss gekommen. Es werden hier die Verbreitung der Basalte und Phonolithe sowie ihre chemische Zusammensetzung dargelegt. Die geologische Übersichtskarte der Rhön in 1 : 100000 kann jetzt noch nicht erscheinen, da die Beschaffung einer geeigneten, das ganze Gebiet umfassenden topographischen Unterlage Schwierigkeiten macht.

2. Hr. Orth legte eine Mittheilung der HH. Dr. Julius Wohlgemuth und Dr. Michael Strich vor: »Untersuchungen über die Fermente der Milch und über deren Herkunft.«

In einem I. Theil wird der Nachweis geführt, dass es in der Milch ein peptolytisches Ferment giebt, welches vom Magensaft wenig angegriffen wird, dagegen ausserordentlich empfindlich ist gegen Temperaturen mässig hohen Grades. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass in ihm die Erklärung der besseren Verdaulichkeit ungekochter Milch zu suchen ist. Der II. Theil beantwortet die Frage, woher die in der Milch enthaltenen Fermente stammen, für das eine, die Diastase, dahin, dass zwar auch ein Übertritt aus dem Blute statthaben kann, dass sie aber im Wesentlichen ein Product der Milchdrüse ist.

3. Hr. Munk überreichte den Tome II der Travaux de l'Association de l'Institut Marey. Paris 1910.

Die Basalte und Phonolithe der Rhön, ihre Verbreitung und ihre chemische Zusammensetzung.

Von Prof. Dr. H. Bücking
in Straßburg im Elsaß.

(Vorgelegt von Hrn. Branca.)

Unter den basaltischen Gesteinen der Rhön werden auf den geologischen Spezialkarten, von denen bereits 13 erschienen sind (24—31, 48—52 des Literaturverzeichnisses), nach ihrer mineralogischen Beschaffenheit Feldspatbasalte, Nephelinbasalte, Nephelinbasanite, Nephelintephrite und Limburgite (Magmabasalte) und als besonders auffallende Abarten, entweder durch grobes Korn oder durch zahlreiche große Einsprenglinge von Hornblende (und Augit) ausgezeichnet, auch noch Dolerite und Hornblendebasalte (Augitbasalte) unterschieden.

Von den meisten dieser Gesteine kennt man jetzt, nach Vollendung der geologischen Aufnahme, auch das geologische Auftreten; man weiß, ob sie Decken und Ströme oder gang- und schlotförmige Durchbrüche bilden oder ob sie sich als räumlich beschränkte Ausscheidungen in anderen Eruptivgesteinen oder nur in Form von Auswürflingen oder Bruchstücken in den Schlotbreccien und Tuffen finden; aber noch sehr unvollständig sind unsere Kenntnisse von ihrer chemischen Zusammensetzung, und doch kann man, ohne die chemische Beschaffenheit der Gesteine neben ihrem geologischen Auftreten und ihrem mineralogischen Aufbau zu kennen, in vielen Fällen nicht sicher entscheiden, welche Gesteinsabarten wirklich zusammengehören und innerhalb welcher Grenzen bei demselben geologischen Gesteinskörper die mineralogische und die chemische Zusammensetzung schwankt. Es kommt hinzu, daß viele der veröffentlichten chemischen Analysen sich auf Gesteinsmaterial beziehen, dessen mineralogische Zusammensetzung nicht genügend bekannt ist und dessen Fundort oft so ungenau bezeichnet wurde, daß es selbst bei der besten Lokalkenntnis nicht möglich ist, ausfindig zu machen, welches Gestein zur Analyse verwandt wurde.

Um nun einen einigermaßen klaren Überblick über die chemische Natur der verschiedenen Rhönbasalte und der mit ihnen zusammen

auftretenden Phonolithe zu erhalten, habe ich alle bisher bekannt gewordenen Analysen der Rhöngesteine zusammengestellt und die dabei zum Vorschein gekommenen besonders empfindlichen Lücken dadurch beseitigt, daß ich noch sehr viele Gesteine, die ich bei meinen fortgesetzten Untersuchungen in der Rhön gesammelt habe, durch Hrn. Dr. Dürrfeld hier habe analysieren lassen. Für die neuen Analysen wählte ich hauptsächlich Gesteine aus, welche in Form von Decken und Strömen oder in mächtigeren Durchbrüchen auftreten und geologisch und mineralogisch besonders interessant erscheinen. Zu der genaueren örtlichen Untersuchung wurden mir auch diesmal von der Berl. Akad. d. Wiss. aus der Humboldtstiftung die Mittel zur Verfügung gestellt; ich spreche ihr dafür meinen aufrichtigsten Dank aus.

A. Feldspatbasalt.

Feldspatbasalt findet sich besonders strom- und deckenförmig durch die ganze Rhön verbreitet, von dem Hahnberg (Blatt Oberkatz) und von der Geba (Blatt Helmershausen) im Nordosten über die Lange Rhön (Blätter Hilders und Sondheim) und die Wasserkuppe (Blätter

I. Dolerit.

	1	2	3	4	5		6	7
	Frauenberg		Frauenberg (Taufstein)		Sparhof		Windbühl bei Zeitlofs	Schwarzenfels
	Gipfel (Taufstein)	Ostabhang	frisch	etwas zersetzt				
	Knapp	Knapp	Wedel	Wedel	Knapp		Knapp	von Gerichten
	15, 15	15, 22	32, 22	32, 23	15, 36		15, 36	11, 24
	1880	1880	1890	1890	1880		1880	1878
					a	b		
SiO_2	52.82	52.23	52.21	55.39	52.45	52.31	50.75	50.31
TiO_2	2.08	2.05	1.36	2.19	0.91	0.85	1.26	—
Al_2O_3	12.51	12.21	14.62	16.81	14.83	17.13	14.15	13.55
Fe_2O_3	9.07	10.10	10.77	9.87	8.32	8.13	8.28	10.79
FeO	3.98	2.76	3.20	2.60	3.46	2.24	4.58	5.99
MnO	Spur	Spur	—	—	—	—	Spur	0.48
CaO	8.08	7.13	8.72	6.03	7.88	7.41	7.72	7.13
MgO	4.74	5.47	5.02	3.22	5.60	2.65	6.61	2.88
Na_2O	2.58	3.83	1.77	0.83	4.75	5.66	2.67	4.24
K_2O	2.44	2.15	0.55	0.62	Spur	0.11	1.18	1.83
H_2O	0.75	0.75	0.09	1.07	1.51	1.94	1.03	0.91
P_2O_5	0.49	0.09	0.52	0.69	Spur	0.35	1.52	1.29
CO_2	0.21	0.32	0.19	0.93	0.34	0.44	0.97	—
Summe	99.75	99.09	99.02	100.25	100.05	99.22	100.72	99.40
Spez. Gew.	2.86	2.869	2.89	2.78	—	—	—	2.88

Gersfeld und Kleinsassen) bis zum Todemannsberg östlich von Brückenau und bis zum Dammersfeld und der Breitfirst bei Elm.

In der nördlichen und östlichen Rhön ist er durchweg älter als der Nephelinbasalt, nur an der Breitfirst tritt auch ein jüngerer Feldspatbasalt auf (**11**, 25; **12**, 4; **16**, 158; **32**, 9 und 37; **42**, 599). Zum Teil ist er dicht, zum Teil deutlich doleritisch ausgebildet.

Der Dolerit der Breitfirst (Analyse 1—5, Tabelle I), den Knapp (**15**) und Wedel (**32**) näher beschreiben (vgl. auch **12**), zeigt ein besonders grobes Korn und ist durchweg arm an Olivin.

Der genaue Fundort des analysierten Gesteins vom Sparhof (Nr. 5) ist von Knapp (**15**, 36) leider nicht angegeben; wahrscheinlich lagen ihm Proben des Dolerits vor, der am Südfuß des Sparhofer Küppels, nördlich vom Sparhof, unter dem blasigen Feldspatbasalt des Gipfels hervortritt.

Ganz analog zusammengesetzt sind der Dolerit vom Windbühl bei Zeitlofs südlich von Brückenau, den Knapp (**15**, 36) analysiert hat (Analyse 6), und der Dolerit vom Hopfenberg bei Schwarzenfels (Nr. 7). Den Dolerit vom Windbühl, den Gümbel früher einmal (**5**, S. 70 und 72) als Phonolith gedeutet hatte, der aber — auch seiner mineralogischen Zusammensetzung nach (**22**, 88 ff.) — ein typischer Dolerit ist, hat man wohl als einen Eruptivstock anzusehen. Der Dolerit vom Hopfenberg, den

II. Dolerit.

	8 Kalte Buche Schmidt 38, 35 1902	9 Strutberg (Petriberg) Schmidt 38, 32 1902	10 Strutberg (Mitte) Schmidt 38, 31 1902	11 Reupers bei Roth Schmidt 38, 37 1902	12 Gangolfsberg Schmidt 38, 40 1902	13 Gangolfsberg Haefcke 33, 12 1894
SiO_2	50.47	49.92	49.83	49.67	48.83	48.89
TiO_2	1.51	1.80	1.73	1.67	1.89	1.76
Al_2O_3	12.41	13.39	13.20	12.72	12.90	13.66
Fe_2O_3	8.78	8.07	7.29	8.19	4.81	3.64
FeO	3.89	4.82	4.67	4.26	6.55	7.44
MnO	—	—	—	—	—	—
CaO	10.19	10.68	11.57	9.38	9.89	8.68
MgO	5.73	6.13	5.90	7.41	7.68	8.83
Na_2O	2.57	2.83	2.78	3.56	3.32	3.14
K_2O	1.19	1.11	1.31	1.35	1.43	1.20
H_2O	1.09	0.94	1.07	0.91	1.24	2.59
P_2O_5	1.31	1.06	0.78	1.07	1.27	0.39
SO_3	—	—	—	—	—	0.07
Summe	99.14	100.75	100.13	100.19	99.81	100.29
Spez. Gew.	2.9093	2.9629	2.8919	2.8879	2.9376	2.876

Sandberger (**11**, 22 ff.) beschreibt und von Gerichten (**11**, 24) analysierte, entspricht nach von Seyfried (**42**, Taf. 21) einem Durchbruch.

Etwas ärmer an Kieselsäure, aber ein wenig reicher an Magnesia und Kalk, sind die älteren Dolerite, die, deckenförmig ausgebreitet, in und auf dem Braunkohlen führenden Tertiär der Langen Rhön liegen. Sie sind von verschiedenen Stellen des Blattes Sondheim durch Schmidt (**38**, 26 ff.) und Haefcke (**33**, 12) analysiert worden (Analysen 8—13 in Tabelle II).

Aus dem jüngeren Dolerit der Breitfirst sind auch die wichtigsten Gemengteile, und zwar der Feldspat — ein auf der Grenze zum Andesin stehender Labradorit ($Ab_1 An_1$) —, der Augit und das Titaneisen, durch F. Sandberger bzw. Petersen (**6a**, 144 ff.) und durch Wedel (**32**, 12 ff.) isoliert und analysiert worden (vgl. Tabelle III).

III. Gemengteile des Dolerits der Breitfirst.

	Feldspat			Augit		Titaneisen		
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Frauenberg bei Heubach	Südlich vom Taufstein aus frischem Gestein	Südlich vom Taufstein aus zersetztem Gestein	Taufstein aus frischem Gestein	Taufstein aus zersetztem Gestein	Frauenberg	Taufstein aus frischem Gestein	Taufstein aus zersetztem Gestein
	Petersen 6a, 144	Wedel 32, 12		Wedel 32, 18		Petersen 6a, 147	Wedel 32, 18	
	1873	1890	1890	1890		1873	1891	
SiO_2	58.77	56.74	59.19	50.04	49.68	—	—	—
TiO_2	0.28	0.27	0.37	2.35	0.11	46.21	45.03	47.08
Al_2O_3	25.30	27.11	25.77	5.66	4.89	—	—	—
Fe_2O_3	0.31 (Fe₂O₃ + FeO)	0.44	0.34 (Fe₂O₃ + FeO)	5.84	5.32	12.32	11.18	13.06
FeO		0.21		7.20	7.28	40.50	42.59	39.97
CaO	6.90	9.29	7.27	13.47	18.85	—	—	—
MgO	0.18	0.66	0.27	14.52	12.09	1.54	1.89	0.84
Na_2O	6.67	5.23	5.88	0.39	0.44	—	—	—
K_2O	0.60	0.79	0.80	0.25	0.29	—	—	—
Glühverlust	Spur	—	—	—	—	—	—	—
MnO	—	—	—	1.44	1.12	Spur	—	—
Cr_2O_3	—	—	—	—	—	Spur	—	—
Summe	99.01	100.74	99.89	101.16	100.07	100.57	100.69	100.95
Spez. Gew.	2.696	2.71	2.71	3.465	3.205	4.70	4.683	4.697

Von den für das unbewaffnete Auge dichten Feldspatbasalten, welche deckenförmig auftreten, wurden bis jetzt nur sehr wenige chemisch untersucht. Von Seyfried (**34**, 26) gibt eine Analyse (Nr. 1 der Tabelle IV) von dem Feldspatbasalt, welcher auf dem Kreuzberg südwestlich vom Kloster unter dem Nephelinbasalt und dem Basanit

hervortritt und nach seiner Beschreibung eine Mittelstellung zwischen den Melaphyr- und Feldspatbasalten Bořickys einnimmt. Der dichte Feldspatbasalt (Nr. 2), der am Ilmenberg am Ostrand der Langen Rhön den Dolerit des Gangolfsbergs bedeckt (**33**, 11), ist von Klüss und der Feldspatbasalt (Nr. 3) des Steinernen Hauses südlich vom Ilmenberg, der eine sehr schöne säulenförmige Absonderung zeigt, aber nach seiner Lagerung doch wohl einer Decke zugehört — nicht einen Durchbruch darstellt —, von E. E. Schmid (**2a**, 231 u. **2b**, 306) analysiert worden.

IV. Feldspatbasalt.

	1 Kreuzberg von Seyfried 34, 26 1897	2 Ilmenberg Klüss 33, 12 1894	3 Steinernes Haus E. E. Schmid 2a, 231 1853	4 Schwarzenfels Schelmeneck Knapp 15, 24 1880	5 Zornberg Dürrfeld 1910	6 Pferdskopf, Felskuppe E. E. Schmid 2a, 231 1853	7 Predigtstuhl Dürrfeld 1910
SiO_2	45.94	43.10	47.06	46.92	44.97	43.11	42.21
TiO_2	—	1.88	—	0.72	2.47	—	2.48
Al_2O_3	21.16	11.71	13.87	11.75	17.48	13.41	13.82
Fe_2O_3	2.21	4.43	16.25	11.67	12.80	16.51	10.79
FeO	7.14	8.28	—	3.85	0.44	—	2.73
MnO	—	—	—	—	—	—	—
CaO	10.49	10.84	10.49	10.68	10.80	14.33	13.16
MgO	7.80	13.20	7.33	6.61	4.06	9.05	9 34
Na_2O	3.21	2.78	3.02	3.73	3.21	2.31	2.16
K_2O	1.14	1.27	1.38	0.37	1 38	1.38	0.34
H_2O	[1]1.02	1.71	0.84	1.21	2.12[1]	1.67	3 14[1]
P_2O_5	—	0.49	—	0 24	—	—	—
CO_2	—	—	—	0.20	—	—	—
SO_3	—	0.09	—	—	—	—	—
(Cu, As, Sn)	—	—	—	0.21	—	—	—
(Co, Ni, Mn)	—	—	—	0.57	—	—	—
Summe . . .	100.11	99.78	100.24	98.75	99.73	101.77	100.17
Spez. Gew. .	2 982	3.088	3.042	2.953	—	2.861	—

Von nahezu gleicher Zusammensetzung sind der von Knapp (**15**, 24) analysierte Basalt (Nr. 4) vom Schelmeneck bei Schwarzenfels, — ein glasreicher und feldspatarmer dichter Feldspatbasalt (**13**, 103), der gangförmig im basaltischen Tuff auftritt (**42**, 595) —, der olivinfreie Basalt des Zornbergs (Nr. 5), der als ein breiter Durchbruch östlich vom Eierhauk bei Gersfeld erscheint und, da er in einzelnen Abarten einen mit Salzsäure gelatinierenden natronhaltigen Gemengteil besitzt, in den Erläuterungen zu dem geologischen Blatt Gersfeld (**48**, 31)

[1] Glühverlust.

als Tephrit bezeichnet worden ist, ferner der von E. E. Schmid (**2a**, 231) analysierte Basalt »von der Felskuppe am Pferdskopf« (Nr. 6), der sich ebenfalls als ein breiter Durchbruch von dichtem Feldspatbasalt mit säulenförmiger Absonderung darstellt (**44**, 680; a. a. O. im Profil mit *x* bezeichnet), und ein Feldspatbasalt (Nr. 7) vom Predigtstuhl westlich von der Rother Kuppe (Lange Rhön). Der zuletzt genannte Basalt enthält in einer Grundmasse, die aus Plagioklasleisten, Titanaugit, Magneteisen und einer lichten Basis besteht, zahlreiche kleine (bis 3 mm große) Einsprenglinge von Augit, Olivin und ganz in Serpentin zersetztem Enstatit; er ist also in seiner mineralogischen Zusammensetzung ähnlich den Enstatitbasalten, wie sie Bauer (**35**, 1026) aus Niederhessen beschrieben und Trenzen (**37**, 14) analysiert hat. In seiner chemischen Zusammensetzung unterscheidet er sich von dem Enstatitdolerit des Kottenbergs bei Ziegenhain durch einen geringeren Gehalt an Kieselsäure und Tonerde und einen größeren Gehalt an Magnesia und Kalk.

B. Nephelinbasalt.

Am weitesten verbreitet in der Rhön und in seinen Strömen und Decken am mächtigsten ist der Nephelinbasalt. Deckenförmig kommt er vor im Norden am Bleßberg, am Hahnberg, auf der Geba, am Dietrichsberg, am Baier oder Beyer (Blatt Lengsfeld), dann im Buchwald bei Rasdorf, auf der Langen Rhön, auf der Wasserkuppe, am Dammersfeld, auf dem Kreuzberg und südlich von da am Todemannsberg. Allenthalben erscheint er hier als der jüngste, zuletzt zur Eruption gelangte Basalt. Nur ganz im Südwesten, am Stoppelsberg bei Oberzell-Brückenau, ist er von Dolerit und Feldspatbasalt durchbrochen worden (**12**, 4; **32**, 9 u. 37, u. **42**, 599).

Chemische Analysen des deckenförmig ausgebreiteten Nephelinbasaltes liegen von folgenden Orten vor (Tabelle V und VI):

Nr. 1. Von der Höhe der Geba (Blatt Helmershausen); die Analyse wurde 1887 von G. Linck ausgeführt, ist aber bisher noch nicht veröffentlicht worden.

Nr. 2. Vom Beyer (oder Baier) bei Dermbach; a von E. E. Schmid (**2a**, 231); b von Bredemann (**9**, 15).

Nr. 3. Pietzelstein (Blatt Spahl), analysiert von Möller (**23**, 116).

Nr. 4. Schafruhe (Kellersbrunnen) nordöstlich vom Hohen Polster auf der Langen Rhön, analysiert von Haefcke (**33**, 12).

Nr. 5. Sumpfkuppe (Ilmenberg), westsüdwestlich von Roth, am Ostabhang der Langen Rhön. Analyse und mikroskopische Untersuchung von Ph. Schmidt (**38**, 13). Vielleicht ist nicht der Ilmenberg westlich,

V. Nephelinbasalt.

	1 Geba Höhe Linck 1887	2 Beyer bei Dermbach a E. E. Schmid 2a, 231 1853	b Bredemann 9, 15 1874	3 Pietzelstein Möller 23, 116 1887	4 Schafruhe Haefcke 33, 12 1894	5 Sumpfkuppe bei Roth Schmidt 38, 13 1902
SiO_2	39.52	39.42	38.95	41.80	38.08	41.52
TiO_2	3 01	—	0.61	2.15	3.15	0.81
Al_2O_3	12.70	11.25	10.65	12.43	11.44	13.99
Fe_2O_3	5.21	17.37	12.92	6.29	7.18	8.32
FeO	8.92	—	2.79	4.84	6.55	5.28
MnO	—	—	Spur	—	—	—
CaO	12.36	16.08	15.46	10.88	13.08	13.61
MgO	12.27	11.14	10.91	13.62	12.11	7.74
Na_2O	3.41	3.29	2.62	3.40	2 28	3.98
K_2O	1.21	0.41	1.13	1.71	1.24	1.63
H_2O	1.68	1.70	3.14	2.17	3.98	1.47
P_2O_5	—	—	1.02	Spur	0.54	2.01
Cl	—	—	Spur	Spur	—	—
CO_2	—	—	—	0.65	—	—
SO_3	—	—	—	0.13	0.10	—
				$x = 0.94$		
Summe	100 29	100.66	100.20	101.01	99.73	100.36
Spez. Gew.		2.958	3.058	3.011	3.071	3.045
				(Glühverlust 1.61)		

sondern ein Basaltdurchbruch östlich von der bayrisch-weimarischen Landesgrenze gemeint.

Nr. 6 (Tabelle VI). Kreuzberg. Analyse a von E. E. Schmid (**2a**, 231); b von Bredemann (**9**, 18) und c von von Seyfried (**34**, 17); letztere bezieht sich auf den Basalt vom Johannisfeuer am Kreuzberg.

Der »Nephelinit«, welchen Lenk (**22**, 53) im Jahre 1886 im Höhlwald bei Frankenheim (Lange Rhön) auffand und analysierte (Nr. 7 der Tabelle VI), ist kein geologisch selbständiges Gestein. Er findet sich nur in Form von aderartigen Ausscheidungen von $\frac{1}{2}$ cm Dicke in dichtem Nephelinbasalt (**46**, 161).

Von dem Nephelinbasalt, der am Bauersberg bei Bischofsheim mit dem Braunkohlen führenden Tertiär in Berührung tritt, hat Singer (**14**, 23) eine Analyse (Nr. 8) gegeben, die aber einen auffallend hohen Alkaligehalt (12.99 Prozent, wovon 3.53 Prozent K_2O) aufweist; sie bezieht sich deshalb vielleicht gar nicht auf den normalen Nephelinbasalt, wie er oberhalb des oberen Tagebaues des Braunkohlenbergwerkes ansteht und das Hangende des Braunkohlen führenden

VI. Nephelinbasalt.

	6a	6b	6c	7	8	9
	Kreuzberg			Leubach (Nephelinit)	Bauersberg	Dreistelz
	E. E. Schmid	Bredemann	von Seyfried	Lenk	Singer	Lenk
	2a, 231	9, 18	34, 17	22, 54	14, 23	22, 60
	1853	1874	1897	1887	1879	1887
SiO_2	36.68	35.77	39.03	39.08	42.18	40.31
TiO_2	—	0.46	—	0.85	1.18	0.89
Al_2O_3	14.34	13.43	21.57	22.13	14 66	12.24
Fe_2O_3	22.30	16.79	8 98	3.40	4.49	5.77
FeO	—	3.98	6.82	5.72	5.67	10.92
MnO	—	Spur	—	Spur	Spur	Spur
CaO	15.59	15.04	12.58	12.56	10.96	12.12
MgO	9.18	8.84	4.52	5.44	5.53	9.10
Na_2O	3.93	3.81	3.82	6.85	9.46	7.52
K_2O	0.77	0.71	2.63	1.77	3.53	1.08
H_2O	—	1 03	[1] 0.55	1.28	—	0.29
P_2O_5	—	0.72	—	0.50	Spur	0.45
Cl	—	Spur	—	Spur	Spur	Spur
NiO	—	—	—	—	1.58	—
CoO	—	—	—	—	1.09	—
Summe	102.79	100.58	100.50	99.58	100.33	100.69
Spez. Gew.	3.127	3.079	3.145	2.910	2.89	3.114

Tertiärs bildet (**50**, 40). Eine Kontrolle war mir leider noch nicht möglich.

Auch der Nephelinbasalt (Nr. 9) vom Dreistelz südlich von Brückenau, den Lenk (**22**, 60) analysiert hat, zeigt bei niedrigem Gehalt an Tonerde, was Lenk auf die geringe Beteiligung des Nephelins zurückführt, auffallend viel Natron. Gerade letzteres deutet wiederum auf einen großen Gehalt an Nephelin oder eines nephelinartigen Gemengteiles hin; Lenk ordnet ja auch den Basalt bei den durch »verhältnismäßig viel Nephelin« ausgezeichneten Nephelinbasalten ein. Das Handstück vom Dreifels, welches ich besitze (vom trigonometrischen Punkt 660.3), entspricht einem normalen Nephelinbasalt mit viel Olivin, der schon makroskopisch erkennbar ist, und mit braunem Biotit, der bei der mikroskopischen Untersuchung sofort auffällt.

Ein Nephelinbasalt, der am Rosengärtchen südlich von Heubach (Blatt Oberzell) den mittleren Buntsandstein durchbrochen hat (**32**, S. 33 u. **42**, Taf. 21), ist von Tichauer analysiert worden. Die Analyse gibt 45.19 Prozent Kieselsäure an und 4.09 Prozent Kali neben nur 2.04 Prozent Natron und weicht auch sonst so sehr von der eines

[1] Glühverlust.

normalen Nephelinbasaltes ab, daß man sie ohne weiteres nicht verwerten kann. Vielleicht ist eine sauere Ausscheidung aus dem Nephelinbasalt zur Analyse verwendet worden.

C. Nephelinbasanit.

Nephelinbasanite kommen hauptsächlich in der südlichen und in der mittleren Rhön deckenartig ausgebreitet vor, so am Kreuzberg und im Bereich der Schwarzen Berge südlich vom Kreuzberg, am Dammersfeld, am Eierhauk, an der Wasserkuppe, am Ellenbogen und auf der Langen Rhön, auch am Abtsberg und am Höhn nördlich von Fladungen. In der nördlichen Rhön treten sie am Rößberg südlich von Geisa, am Buchwald und am Hübelsberg westlich von Geisa, am Appelsberg bei Eiterfeld und an mehreren anderen Orten auf, erlangen aber hier nicht mehr die Bedeutung wie in der südlichen Rhön. Wo

VII. Nephelinbasanit.

	1	2	3	4	5	6
	Kreuzberg südwestl. vom Kloster	Ellenbogen (verwittert)	Linzberg (Leimkopf) Kuppe	Südostseite	Barnstein bei Oberriedenberg △ 738	Hundskopf bei Salzungen
	von Seyfried	E. E. Schmid	Möller	Möller	Soellner	Laufer
	34, 20	2 a, 231	23, 102	23, 105	36, 53	10, 69
	1897	1853	1887	1887	1900	1878
SiO_2	41.18	42.50	42.68	44.10	41.70	47.44
TiO_2	0.50	—	2.48	2.46	—	1.96
Al_2O_3	17.94	11.84	15.02	12.80	14.52	13.44
Fe_2O_3	9.81	19.13	7.95	5.43	9.59	8.80
FeO	1.16	—	6.09	5.73	2.80	2.92
MnO	—	—	0.21	0.18	—	Spur
CaO	12.38	10.88	9.77	10.57	12.90	10.96
MgO	11.18	9.37	4.99	10.66	11.88	9.38
Na_2O	3.15	2.82	4.97	2.84	4.83	3.50
K_2O	0.93	1.84	1.42	1.24	2.50	1.51
H_2O	[1] 2.03	2.16	3.61	3.90	—	[1] 1.33
P_2O_5	—	—	—	0.55	—	0.74
Cl	—	—	Spur	0.17	—	Spur
CO_2	—	Spur	0.46	0.36	—	0.19
SO_3	—	—	—	0.09	—	0.25
	—	—	$x = 2.30$	$x = 0.71$	—	—
Summe	100.26	100.54	101.95	101.79	100.72	102.42
	—	—	[1] 3.25	[1] 3.07	—	—
Spez. Gew.	3.064	3.029	2.925	2.956	—	—

[1] Glühverlust.

Nephelinbasanit mit Feldspatbasalt und Nephelinbasalt zusammen vorkommt, wie an der Wasserkuppe, am Dammersfeld, am Kreuzberg, im Gebiet der Schwarzen Berge, ist er jünger als der Feldspatbasalt und älter als der Nephelinbasalt. Von seiner Beziehung zum Phonolith ist weiter unten (S. 511) die Rede.

Chemische Analysen liegen vor von den Basaniten vom Kreuzberg (Nr. 1, Tabelle VII), der durch von Seyfried näher untersucht worden ist (**34**, 20), und vom Ellenbogen (Nr. 2), den E. E. Schmid (**2a**, 231) im Jahre 1853 analysierte zu einer Zeit, als es noch nicht möglich war, die beiden äußerlich so ähnlichen Basalte, den Nephelinbasalt und den Basanit, der, neben und unter dem Nephelinbasalt gelegen, mit diesem zusammen die höchsten Teile der Kuppe bildet (zu vergleichen geolog. Blatt Hilders, **51**), voneinander zu unterscheiden.

Es schließen sich hier an die Analysen (Nr. 3 u. 4) des Basanits vom Linzberg (Leimkopf) bei Hofaschenbach (Blatt Spahl), die Möller (**23**, 102 u. 105) gibt. Sie beziehen sich aber nicht auf ein deckenartig ausgebreitetes Gestein; der Basanit durchbricht vielmehr am Linzberg den von Möller (**23**, 85 ff.) als Tephrit beschriebenen Phonolith in einem zylindrischen Stiel von elliptischem Querschnitt (400 auf 150 m). Das olivinärmere Gestein der Kuppe (Nr. 3) geht nach Südosten hin in einen olivinreicheren Basanit (Nr. 4) mit höherem Magnesiagehalt über.

Von den von Soellner (**36**, 53) analysierten Gesteinen der Schwarzen Berge gehört hierher der Basanit vom Barnstein, trigonometrischer Punkt 738, bei Oberriedenberg (Nr. 5), der einen Durchbruch darstellt und neben Nephelin noch Melilith führt.

Durch einen größeren Reichtum an Kieselsäure ist nach der Analyse von Laufer (**10**, 69) der Basanit (Nr. 6) ausgezeichnet, welcher am Hundskopf südlich von Salzungen den Buntsandstein durchsetzt (**16**, 168 u. **29**).

D. Nephelintephrit.

Nephelintephrite sind in der nördlichen Rhön von vielen Stellen der Meßtischblätter Friedewald (**24**), Eiterfeld (**26**), Geisa (**27**), Lengsfeld (**28**) und Spahl (**52**) bekannt und finden sich auch in der mittleren Rhön mehrfach im Bereich der Blätter Kleinsassen (**49**) und Gersfeld (**48**). Das südlichste Vorkommen ist das vom Käuling am Kreuzberg.

Deckenreste liegen anscheinend nur in den Vorkommen vom Rückersberg und Wieselsberg (Blatt Eiterfeld), vom Kleienberg bei Rasdorf (Blatt Geisa), vom Hozzelberg zwischen Walkes und Obernüst und vom Suchenberg (Blatt Spahl) und am Kreuzberg im Süden vor;

alle die übrigen Vorkommen erweisen sich als mehr oder weniger umfangreiche Durchbrüche. In den letzteren kommt er zuweilen mit Phonolith, Feldspatbasalt, Basanit und Hornblendebasalt in Berührung unter Verhältnissen, die ihn jünger als Feldspatbasalt und Phonolith und etwa gleichalterig mit Basanit und Hornblendebasalt — und demnach älter als Nephelinbasalt — erscheinen lassen.

Man kann zwei, nach Aussehen, mineralogischem Bestand und chemischer Zusammensetzung wohl unterscheidbare Typen aufstellen, die nach Rosenbusch's Vorgang (**53**, 450 u. **45**, 1392) als basaltoide und als phonolithoide Nephelintephrite zu bezeichnen sind. Die ersteren, meist dunkelen, äußerlich basaltähnlichen Tephrite stehen in ihrer Struktur den Nephelinbasaniten nahe und sind nur durch das Fehlen des Olivins von ihnen unterschieden; die anderen, in der Regel hellgrauen und plattig abgesonderten Gesteine nähern sich in ihrer Struktur den Phonolithen, und zwar den feldspatreichen trachytischen oder andesitischen Phonolithen, wie sie im Gebiete des Blattes Spahl (**52**, S. 27 u. 28) so verbreitet auftreten.

VIII. Nephelintephrit (basaltoider).

	1 Rückersberg bei Eiterfeld Dürrfeld 1910	2 Tannenfels (Blatt Kleinsassen) Dürrfeld 1910	3 Hoherod (Farrod) bei Hofbieber Dürrfeld 1910	4 Suchenberg Gipfel (Blatt Spahl) Dürrfeld 1910	5 Bildstein bei Poppenhausen Dürrfeld 1910
SiO_2	45.46	44.37	45.25	45.67	48.78
TiO_2	1.50	3.75	2.78	1.57	1.99
Al_2O_3	22.20	17.49	17.69	17.84	19.39
Fe_2O_3	6.95	7.48	7.76	9.54	6.29
FeO	4.19	3.39	4.62	4.04	3.41
CaO	9.57	10 98	9 88	9.78	8.72
MgO	3.07	5.21	3 68	3.85	4.05
Na_2O	3.38	2.56	2.87	3.88	4.09
K_2O	1.49	0.62	2.27	1.44	1.53
Glühverlust . .	0 76	3 28	2.36	1.97	1.75
Summe	98.57	99.13	99.16	99.58	100.00

Basaltoide Tephrite sind die Gesteine vom Rückersberg bei Eiterfeld (**17**, 604, Tabelle VIII, Nr. 1), vom Tannenfels südlich von Eckweisbach (Blatt Kleinsassen) — Nr. 2 —, früher von Gümbel (**5**, 70) zum Phonolith gestellt, und vom Hoherod (Farrod) nördlich von Hofbieber (Nr. 3) — letzteres ist von Blanckenhorn (**41**, 608) irrigerweise als Phonolith bezeichnet worden. Auch das Gestein vom Gipfel des

Suchenbergs (Blatt Spahl), das vereinzelte, relativ große Kristalle von Melilith enthält, ist nach seiner Struktur (**47**, 199) und chemischen Zusammensetzung hier einzureihen (Nr. 4 der Tabelle VIII); dagegen bildet das gleichfalls dunkele Gestein vom Bildstein bei Poppenhausen (Nr. 5), welches neben Hornblendebasalt ansteht und durch vereinzelte große Einsprenglinge eines sanidinartigen Feldspats und durch kleine Einsprenglinge von Nosean und einer unter Bildung von Rhönit stark resorbierten Hornblende ausgezeichnet ist, bereits den Übergang zu der Reihe der phonolithoiden Tephrite.

Zu den phonolithoiden Tephriten gehört das früher als Phonolith (**18**, S. 9) gedeutete Gestein vom Nordostabhang des Kreuzbergs und von dem weiter östlich gelegenen Käuling. Möhl hatte schon 1873 (**7**, 449 ff.) dieses Gestein als einen »Hauynbasalt« mit »Nephelinglas« beschrieben; es wurde 1887 von Scheidt (**22**, 36) analysiert (Tabelle IX, 6a) und später, 1897, von von Seyfried (**34**, 26 ff.) näher untersucht und wiederum analysiert (6b). Es sind ferner hierher zu stellen die Gesteine vom Hozzelberg bei Walkes (Blatt Spahl) am trigonometrischen Punkt 623 (Nr. 7), vom Kirschberg bei Rasdorf (Nr. 8), vom Dedgesstein (Blatt Spahl) — Nr. 9 — und vom Steinhauk zwischen Obernüst und Mahlerts (Blatt Spahl) — Nr. 10a und 10b.

IX. Nephelintephrit (phonolithoider).

	6a	6b	7	8	9	10a	10b
	Kreuzberg (Käuling)		Hozzelberg (Spahl) Δ 623	Kirschberg bei Rasdorf	Dedgesstein (Spahl)	Steinhauk bei Obernüst (Spahl)	
	Scheidt 22, 36 1887	von Seyfried 34, 33 1897	Dürrfeld 1910	Dürrfeld 1910	Dürrfeld 1910	Dürrfeld 1910	
SiO_2	51.91	53.26	52.18	50.24	50.33	51.25	51.65
TiO_2	1.56	0.31	1.76	1.63	2.08	1.55	1.52
Al_2O_3	19.58	16.63	19.88	20.25	22.57	22.10	18.42
Fe_2O_3	6.39	8.29	4.77	8.11	4.63	4.51	7.95
FeO	2.30	3.21	1.99	0.74	—	1.39	1.97
CaO	5.50	7.30	6.66	7.94	9.74	7.07	7.92
MgO	0.54	1.10	1.91	2.74	3.25	1.74	1.80
Na_2O	7.70	5.31	3.65	4.84	3.90	4.32	3.59
K_2O	3.32	3.54	3.45	1.70	1.73	2.79	2.58
H_2O	0.50	[1] 1.43	[1] 2.75	[1] 2.32	[1] 1.97	[1] 2.45	[1] 2.44
P_2O_5	0.72	—	—	—	—	—	—
Summe	100.02	100.38	99.00	100.51	100.40	99.17	99.84
Spezif. Gew.	2.713	2.671	—	—	—	—	—

[1] Glühverlust.

Den Tephrit vom Kirschberg bei Rasdorf habe ich 1880 (**16**, 159ff.) beschrieben, zugleich mit den Tephriten vom Kleienberg und von Leimbach bei Eiterfeld. Ich habe schon damals auf die in dem Gestein vom Kirschberg so häufigen Einsprenglinge der sogenannten Pseudokristalle von Hornblende aufmerksam gemacht. »Sie bestehen hier aus einem Gemenge von vorwaltendem Magnetit, von Apatit, Plagioklas und Nephelin, also aus Mineralien, die sämtlich auch in der Grundmasse vorkommen, und äußerst winzigen, gleichsam als Bindemittel der genannten Gemengteile vorhandenen, braunen Lamellen eines Minerals, das zufolge eines Pleochroismus und der geringen Auslöschungsschiefe, welche sämtliche prismatischen Durchschnitte zeigen, als Hornblende gedeutet werden muß.« Dieses ist die später von Soellner (**43**, S. 481 u. 541) als Rhönit bezeichnete, mit dem Änigmatit verglichene Hornblende. Auch Sommerlad hat 1882 diese Gebilde als Hornblende bestimmt (**19**, 17).

Das Gestein vom Dedgesstein ist auf dem geologischen Blatt Spahl als Phonolith ausgeschieden und in den Erläuterungen zu diesem Blatt (**52**, 28) als tephritischer Phonolith bezeichnet worden. Der Tephrit vom Dedgesstein hat das Aussehen eines dunkelgrauen trachytoiden Phonoliths und ist als solcher — wegen seines Gehaltes an Mikrolithen von triklinem Feldspat »einen Übergang vom Phonolith zum Tephrit« darstellend — von Kallhardt (**47**, 193ff.) ausführlich beschrieben worden. Einsprenglinge von sanidinartigen Feldspäten und von einzelnen, zum Teil unter Ausscheidung von Rhönit umgewandelten Hornblenden, auch vereinzelte kleine Noseankristalle liegen in einer Grundmasse, die vorwiegend aus fluidal geordneten Plagioklasleisten und kleinen Mikrolithen von Ägirinaugit besteht und nur spärlich Nephelin enthält.

Dem Tephrit vom Dedgesstein schließt sich auf das engste das Gestein vom Steinhauk zwischen Mahlerts und Obernüst an. Auch dieses ist auf dem geologischen Blatt Spahl (**52**, 28) als tephritischer Phonolith ausgeschieden worden. Es hat eine dunkele Farbe und basaltisches Aussehen. Bei näherer Betrachtung erkennt man zahlreiche kleine Einsprenglinge von sanidinartigem Feldspat (Anorthoklas), stark resorbierter Hornblende, Ägirinaugit, Titanit und Nosean. Die Grundmasse besteht aus einem Gewebe von fluidal geordneten kleinen Plagioklasleisten und Mikrolithen von Ägirinaugit, zwischen denen eine blaßbräunliche Basis deutlich hervortritt. Nephelin ist nicht wahrzunehmen. Das Gestein ist somit durch das Auftreten einer Basis und durch das Fehlen deutlich individualisierten Nephelins von dem Tephrit des Dedgessteins unterschieden; es würde nach der früher von mir (**16**, 154) vorgeschlagenen Nomenklatur als Tephritoid zu bezeichnen sein, und

zwar als ein Tephritoid, in dem der Nephelin durch reichlich auftretenden Nosean so vollkommen ersetzt ist, daß die chemische Zusammensetzung des Gesteins ganz die gleiche ist wie die normaler phonolithoider Tephrite. Ganz ähnliche Gesteine hat J. E. Hibsch aus dem böhmischen Mittelgebirge beschrieben und als basaltoide Hauyntephrite bezeichnet (Tschermaks Mineralog. u. petrograph. Mitteilungen XV, S. 257 ff.; XVII, S. 61; XXI, S. 533 usw.). Die chemische Zusammensetzung des Hauyntephrits (Trachydolerits) vom Dobrankatal südöstlich von Tetschen (Tschermaks Mitt. XV, S. 258) kommt der der Tephrite vom Käuling, Dedgesstein und Steinhauk sehr nahe.

Charakteristisch ist sowohl für die basaltischen als die phonolithischen Tephrite der hohe Tonerdegehalt. Bei den letzteren ist der Eisengehalt im allgemeinen niedriger als bei den ersten; dagegen sind die phonolithischen Tephrite reicher an Kieselsäure und im allgemeinen auch an Alkalien, was durch das Auftreten alkalireicherer Feldspäte veranlaßt wird.

E. Hornblendebasalt und Trachydolerit (Basaltit).

Die durch zahlreiche große Einsprenglinge von Hornblendekristallen ausgezeichneten Hornblendebasalte kommen in typischer Ausbildung nur in Eruptionskanälen von geringem Umfange, nicht in Form von Decken, vor. Ihre Verbreitung beschränkt sich hauptsächlich auf die mittlere und nordwestliche Rhön; hier treten sie aber, wie ein Blick auf die geologischen Karten Spahl, Kleinsassen und Gersfeld und in die zugehörigen Erläuterungen (**52**, **49**, **48**) lehrt (zu vergleichen auch **47**, 205 ff.), in großer Zahl auf. Sie durchsetzen an verschiedenen Stellen den Feldspatbasalt, hier und da wohl auch den Basanit und den Phonolith, nirgends aber den Nephelinbasalt. Sie sind demnach anscheinend gleichalterig mit dem Tephrit, den sie auch an vielen Orten begleiten. Nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung sind sie den Basaniten, den Feldspatbasalten und den Tephriten (zum Teil auch den Limburgiten) anzureihen; Rosenbusch (**53**, 440 u. **45**, 1361) rechnet sie zu seinen Trachydoleriten.

Analysiert sind bisher nur die drei Vorkommen vom Todtenköpfchen bei Gersfeld (Tabelle X, Nr. 1), von Sparbrod bei Gersfeld (Nr. 2) und vom Kirschberg bei Rasdorf (Nr. 3) durch Sommerlad (**19**, 159 ff.). Die beiden ersten sind nach ihrem Mineralbestand als Nephelinbasanite zu bezeichnen (**48**, S. 32), das dritte als Feldspatbasalt (**19**, S. 168). Letzteres findet sich nicht zusammen mit dem oben erwähnten Tephrit, der am Nordabhang des Kirschbergs ansteht, sondern nur in losen Blöcken am Südostabhang des Berges.

X. Hornblendebasalt.

	1 Todtenköpfchen bei Gersfeld Sommerlad 19, 159 1883	2 Sparbrod bei Gersfeld Sommerlad 19, 159 1883	3 Kirschberg bei Rasdorf Sommerlad 19, 160 1883
SiO_2	42.68	41.01	42.92
TiO_2	(0.51)	(0.48)	(0.41)
Al_2O_3	9.42	11.58	10.54
Fe_2O_3	11.55	12.54	19.20
FeO	7.23	7.60	6.68
CaO	13.15	12 20	11.35
MgO	10 09	8.67	4.55
Na_2O	2.71	2.57	2.80
K_2O	1.16	1.45	1.36
H_2O (Glühverlust)	1.06	1.87	1.70
P_2O_5	(1.29)	(0.75)	(0.95)
Summe	99 05	99 49	101.10
Spez. Gew.	3.114	3.024	2 797

Die Titansäure wurde erst nachträglich aus den bei der Analyse gewonnenen Mengen von SiO_2, Al_2O_3 und Fe_2O_3 abgeschieden und von jenen Mengen nicht in Abzug gebracht. Auch die Phosphorsäure wurde erst nachträglich bestimmt.

Fast in allen bis jetzt untersuchten Hornblendebasalten ist die Hornblende, wenigstens in den kleineren Kristallen, stark magmatisch korrodiert und unter Ausscheidung von Magneteisen und Augit in oft regelmäßig angeordnete Mikrolithe von Rhönit umgewandelt (**19**, S. 155ff. und **43**, S. 540ff.). Auch in der Grundmasse sind bei dem Zerfall der Hornblende, also auf ihre Kosten, in der Effusionsperiode des Gesteins Rhönitkörner entstanden, die bei hypidiomorpher Umgrenzung zu den jüngsten Bildungen der Effusionsperiode gehören. Überhaupt kommen in fast allen Rhöngesteinen, in welchem sich Einsprenglinge von basaltischer Hornblende finden, also in vielen Tephriten, Basaniten, Feldspatbasalten, Nephelinbasalten, Limburgiten und Phonolithen, auch Mikrolithen von Rhönit vor. Ich möchte deshalb diesem Mineral, das sich nur unter besonderen Bedingungen in der Effusionsperiode des Gesteins aus anderen intratellurisch entstandenen Gemengteilen herausbildet, nicht die gleiche klassifikatorische Bedeutung zuerkennen wie dem Mineral, bei dessen Zerfall es erst entsteht, und möchte es also nicht wie Rosenbusch (**45**, 1343 und **53**, 438) als »eine Art Leitmineral für die Effusivformen der essexitischen Magmen« oder als »für die Trachydolerite charakteristisch« bezeichnen. Wohl

aber dürfte es sich empfehlen, die durch ihre großen Einsprenglinge von Hornblende (und oft auch noch von Augit) gut gekennzeichneten Hornblendebasalte, die gerade in der mittleren Rhön so weit verbreitet vorkommen (vgl. **47**, S. 195 u. 205 ff. sowie **52**, **49**, **48**), der Gruppe der tephritischen oder basaltischen Trachydolerite als eine Unterabteilung zuzurechnen. Freilich paßt die Bezeichnung »Trachydolerit«, wenn man auf die ursprüngliche Definition Abichs zurückgeht, nicht auf solche basische Gesteine. Abich wollte den Namen Trachydolerit Gesteinen geben, in denen neben Alkalifeldspaten (Orthoklas und Albit) und Hornblende kieselsäureärmere Feldspate (Kalknatronfeldspate) und Augit auftreten, die also eine Zwischenstellung zwischen Trachyt und Dolerit (oder Phonolith und Hornblendebasalt) einnehmen. Derartig basische Gesteine, wie sie in den Hornblendebasalten der Rhön (Tabelle X) und in den weiter unten (S. 507) erwähnten hornblendefreien basaltischen Gesteinen (Basanitoiden, Tephritoiden usw., vgl. Tabelle XIII) vorliegen, könnte man deshalb vielleicht passender mit dem sonst nicht mehr gebräuchlichen Namen »Basaltit« bezeichnen.

Die basaltische Hornblende, welche in den Hornblendebasalten in so großen Kristallen vorkommt, hat, ebenso wie den mit ihr zusammen auftretenden Augit, Fräulein Galkin auf meine Veranlassung hin genauer chemisch untersucht (**54**). Die Tabelle XI gibt unter 1, 2 u. 3 die Zusammensetzung der Hornblende aus den Hornblendebasalten von Sparbrod und vom Todtenköpfchen bei Gersfeld sowie vom Kleinen Suchenberg (Blatt Spahl). Unter Nr. 4 u. 5 sind

XI. Hornblende, analysiert von Frl. Galkin, 1908.

	1 Sparbrod bei Gersfeld	2 Todtenköpfchen bei Gersfeld	3 Kleiner Suchenberg (Kl. Spahl)	4 Gehülfensberg bei Rasdorf	5 Kleine Kuppe 1200 m nordwestl. Spahl	6 Silberhauk bei Liebhards (Blatt Kleinsassen)	7 Pferdskopf (Tuff der Südseite)
SiO_2	40.62	40.82	41.38	41.56	41 47	39.58	39.15
TiO_2	4.07	4.06	2.93	3.52	3.32	4.39	4.01
Al_2O_3	14.74	14.21	13.44	13.25	13.30	14.15	14.02
Fe_2O_3	8.29	7.36	8.97	7.77	8.86	8.95	8.35
FeO	5.21	4.97	5.06	4.87	3.52	3.50	4.87
CaO	11.37	12.27	11.70	13.01	13.02	12.42	11.86
MgO	12.41	11 99	12.36	11.57	12.59	12.46	13.02
Na_2O	2.20	2.13	2.48	2.37	2.12	2.18	2.38
K_2O	1.06	1.15	1.23	0.97	1.11	1.33	1.17
H_2O	0.43	0.49	0.39	0.51	0.40	0.57	0.38
P_2O_5	0.67	0.83	0 87	1.14	0 90	0.79	0.98
Summe	101.07	100.28	100.81	100.54	100.61	100.32	100.19
Spez. Gew.	3.223	3.231	3.198	3.212	3.207	3 235	3 229

die Werte für die Hornblende mitgeteilt, welche aus Hornblendebasaltbomben stammen, wie solche in den Schlotbreccien am Gehülfensberg bei Rasdorf und an einer kleinen Kuppe 1200 m nordwestlich von Spahl angetroffen werden; Nr. 6 bezieht sich auf die großen Hornblendekristalle aus der Schlotbreccie am Silberhauk bei Liebhards, Nr. 7 auf die Hornblendekristalle im Tuff des Pferdskopfs (**44**, 674; in der Figur 2 dort mit a_2 bezeichnet). Alle diese Hornblenden haben annähernd die gleiche Zusammensetzung; besonders charakteristisch ist ihr Gehalt an Alkalien.

Auch die großen Augitkristalle aus den Hornblendebasalten von Sparbrod und vom Todtenköpfchen bei Gersfeld (Tabelle XII, 1 u. 2) sowie vom Gehülfensberg (Nr. 3) und aus den Schlotbreccien und Tuffen von Liebhards und vom Pferdskopf (Nr. 4 u. 5) haben annähernd die gleiche Zusammensetzung. Sie weicht nicht sehr von der Zusammensetzung des Augits in den Doleriten der Breitfirst (vgl. oben Tabelle II, Nr. 4 u. 5) ab, wohl aber von der des augitischen Gemengteiles im Tephrit vom Käuling, den von Seyfried (**34**, 29 ff.) isoliert und analysiert hat (Tabelle XII, Nr. 6). Der Ägirin-Augit des Tephrits ist auffallend reich an Tonerde; er enthält mehr Alkalien und weniger Magnesia und Kieselsäure als der gemeine basaltische Augit.

In Tabelle XII ist unter Nr. 7 noch die Analyse des Rhönits aus dem Nephelinbasanit der Platzer Kuppe nach Soellner-Dittrich

XII. Augit und Rhönit.

	1 Augit Sparbrod Galkin 1908	2 Augit Todtenköpfchen Galkin 1908	3 Augit Gehülfensberg Galkin 1908	4 Augit Liebhards Galkin 1908	5 Augit Pferdskopf Galkin 1908	6 Augit aus Tephrit vom Käuling von Seyfried 34, 31 1897	7 Rhönit aus Nephelinbasanit der Platzer Kuppe Dittrich 43, 498 1907
SiO_2	48.24	48.14	47.76	45.52	48.13	44.15	24.42
TiO_2	1.44	1.36	1.24	2.05	1.62	—	9.46
Al_2O_3	4.52	6.21	4.21	5.48	5.96	12.11	17.25
Fe_2O_3	6.54	7.73	7.28	7.42	5.74	—	11.69
FeO	3.26	2.52	2.65	2.96	3.84	9.16	11.39
MnO	—	—	—	—	—	—	Spur
CaO	21.81	22.09	22.18	22.48	22.15	20.50	12.43
MgO	12.91	10.31	12.12	12.09	11.35	9.80	12.62
Na_2O	0.80	0.71	1.60	0.91	1.42	3.43	0.67
K_2O	0.36	0.43	0.34	0.35	0.39	0.85	0.63
H_2O	0.11	0.31	0.13	0.37	0.18	—	—
P_2O_5	0.36	0.12	0.71	0.52	0.71	—	—
Summe	100.35	99.93	100.22	100.15	101.49	100.00	100.56
Spez. Gew.	3.402	3.414	3.435	3.298	3.287	3.46	3.58

(**43**, 498) beigefügt. Ein genauerer Vergleich mit den Analysen der Hornblende und des Augits in den Tabellen XI und XII lehrt, wie dies auch von Frl. Galkin (**54**, 716 ff.) näher ausgeführt wird, daß bei der magmatischen Resorption der Hornblende neben Augit recht wohl Rhönit oder ein dem Rhönit ähnliches Mineral und Magneteisen sich bilden können. Dabei wird aber häufig — zumal unter dem Einfluß des noch nicht erstarrten Magmas — auch noch ein anderes, eisenarmes, aber an Tonerde und Alkali reicheres Mineral entstehen, etwa ein Feldspat, der ja auch unter den Umwandlungsprodukten der Hornblendeeinsprenglinge beobachtet worden ist. Übrigens wird sowohl von Soellner wie von Galkin darauf hingewiesen, daß die Mengen des Rhönits und des Magneteisens sowohl in den Neubildungen aus der resorbierten Hornblende als auch in der Gesteinsgrundmasse im umgekehrten Verhältnis zueinander stehen.

Zu den tephritischen oder basaltischen Trachydoleriten bzw. Basaltiten kann man weiter noch diejenigen Nephelinbasanite und basaltischen Tephrite und Limburgite zählen, welche in ihrer Grundmasse reichlich Rhönit enthalten, der bei der Korrosion oder vollständigen Resorption der früher vorhandenen Hornblendeeinsprenglinge entstanden ist, oder welche durch zahlreiche Einsprenglinge eines Minerals der Hauyn-Sodalithreihe sich als alkalireicher erweisen als die gewöhnlichen Glieder dieser Gruppen. Beispiele Rhönit führender Basanite und Limburgite, die als Basaltite bezeichnet werden können, sind der Basanit des Durchbruchs vom Südabhang der Platzer Kuppe östlich von Brückenau (**43**, 515) und der infolge seines — wenn auch geringen — Gehaltes an Plagioklas und Nephelin den Basaniten nahestehende Limburgit von dem Durchbruch auf der Südwestseite des Lösershages (trigonometrischer Punkt 766) bei Oberbach (**43**, 511), die beide von Professor Dittrich analysiert worden sind (Tabelle XIII, Nr. 1 u. 2).

Als einen Repräsentanten eines Nosean führenden Limburgits, der hierhergehört, möchte ich den früher von mir (**17**, 606) und dann von Sommerlad (**19**, 169) erwähnten Hornblende führenden Limburgit vom Bilstein bei Lenders (Blatt Lengsfeld) nennen. Außer den von Sommerlad aufgezählten Einsprenglingen von Hornblende, Augit und Olivin erkennt man bei der mikroskopischen Untersuchung auch noch solche von Nosean (oder Hauyn) in großer Menge.

Es gehören ferner noch zu den Basaltiten diejenigen basaltischen Gesteine, die sich in ihrer mineralogischen Zusammensetzung den Nephelinbasaniten und Nephelintephriten anschließen, aber den Nephelin nicht deutlich individualisiert enthalten, sondern als Vertreter desselben eine mit Salzsäure leicht gelatinierende natronhaltige Basis oder

XIII. Basaltit (Trachydolerit).

	1	2	3	4	5
	Platzer Kuppe Südseite	Lösershag Südwestseite	Dachberg bei Rasdorf	Volkersberg	Ulmenstein
	Dittrich	Dittrich	Lange	Lenk	Möller
	43, 515	43, 511	21, 9	22, 75	23, 112
	1907	1907	1887	1887	1887
SiO_2	41.03	42.55	41.71	40.73	43.18
TiO_2	2.43	2.59	2.77	0.46	2.16
Al_2O_3	11.07	10.75	15.80	20.70	13.43
Fe_2O_3	4.65	4.92	5.59	4.26	5.06
FeO	7.05	6.60	7.64	8.38	6.41
MnO	Spur	—	0.16	—	—
CaO	10.59	10.80	10.30	10.78	10.39
MgO	15.75	15.51	4.85	5.32	11.79
Na_2O	1.71	2.94	6.08	7.28	3.05
K_2O	0.94	1.57	1.00	0.60	1.41
H_2O	{1 36 / 2.85}	0.57[1]	2.22	2.00	2.36
P_2O_5	0.41	0.48	Spur	0.49	0.38
CO_2	—	—	2.01	—	0.43
SO_3	—	—	0.12	—	—
Cl	—	—	0.46	—	0.23
Cr_2O_3	—	0.42	$x = 0.74$	—	$x = 0.80$
CoO	—	0.13	—	—	—
Summe . . .	99.84	99.83	101.45 (4.04)[1]	101.00	101.08 (1.56)[1]
Spez. Gew. .	—	—	2.900	3.141	3.021

statt dieser oder neben dieser ein Mineral der Hauyn-Sodalithreihe führen. Derartige Gesteine sind früher von mir (**16**, 154) als Basanitoide und Tephritoide unterschieden worden.

Die Basanitoide treten in der nördlichen Rhön deckenförmig an der Stoffelskuppe bei Roßdorf (Blatt Altenbreitungen — **16**, 171, u. **29**) und auf Blatt Geisa (**27**) am Hubenberg bei Buttlar, am Stallberg und Morsberg bei Rasdorf auf; auch die Durchbrüche am Schorn und 1 km südlich von Bremen (Blatt Lengsfeld) gehören hierher (**17**, S. 605). Da sie mit anderen basaltischen und mit phonolithischen Gesteinen nicht in Verbindung stehen, läßt sich über ihre Beziehungen zu diesen nichts Sicheres sagen. Vermutlich haben sie das gleiche Alter wie die Tephrite und Basanite.

Rinne (**21**, 4ff.) hat ein diesen Basalten anzureihendes Gestein vom Dachberg bei Rasdorf als glasreichen Plagioklasbasalt beschrieben

[1] Glühverlust.

und durch Lange analysieren lassen (Tabelle XIII, Nr. 3). Das Gestein enthält verhältnismäßig viel Natron und Tonerde, aber bei offenbar zurücktretendem Olivin wenig Magnesia.

Ein Tephritoid ist das Gestein vom Steinhauk bei Mahlerts, das ich bereits oben (S. 502) bei den Tephriten besprochen und wegen seiner von der größeren Zahl der analysierten Rhönbasaltite abweichenden chemischen Zusammensetzung lieber den phonolithischen Tephriten angereiht habe. Bezeichnet man basaltische Gesteine von solch basischem Charakter, wie ihn die analysierten Typen der Tabelle XIII besitzen, als Basaltite und stellt man, wie ich es getan habe, das Gestein vom Steinhauk zu den phonolithischen Tephriten, zu welchem es wegen seines größeren Gehaltes an Kieselsäure, Tonerde und Alkali sehr gut paßt, so sind die Basaltite der Rhön gegenüber den Tephriten durch einen geringeren Gehalt an Kieselsäure, Tonerde und Alkalien und durch einen beträchtlich höheren Gehalt an Magnesia, Kalk und Eisen sehr gut charakterisiert.

Wegen seines relativ hohen Alkaligehaltes kann wohl auch der von Lenk (**22**, 75) näher untersuchte und analysierte Basalt vom Volkersberg bei Brückenau (Nr. 4) zu den Basaltiten und speziell in die Nähe des Basanitoids vom Dachberg gestellt werden. Auch in diesem Gestein, das bei hypokristallin-porphyrischer Struktur sehr reich an fluidal geordneten Plagioklas- und Augitmikrolithen, aber arm an Olivin ist, kommt der Nephelin nicht in deutlichen Kristallen vor; er scheint vielfach vollständig durch radialfaserige und büschelförmig gruppierte Zeolithe ersetzt. Splitter des Gesteins geben mit Salzsäure leicht eine dicke Gallerte, in der sich zahlreiche Chlornatriumkriställchen ausscheiden. Lenk hat das Gestein zu seinen Nephelin führenden Feldspatbasalten, Sandberger (**18**, S. 10) kurzweg zum Feldspatbasalt gestellt.

Nach der Beschreibung von Möller (**23**, 106 ff.) gehört hierher auch der Basalt von dem Durchbruch am Ulmenstein nördlich von Linzberg bei Hofaschenbach (Blatt Spahl). Möller bezeichnet das dichte, schön säulig abgesonderte Gestein als einen Nephelinbasanit, der bei zurücktretendem Nephelin und Plagioklas sich einem Limburgit nähert. Ich habe in den von mir gesammelten Stücken keinen Nephelin beobachtet, aber auch ich kann zwei Varietäten unter diesen unterscheiden, indem die einen einem feldspatarmen, an bräunlichem Magma reichen Feldspatbasalt, die andern einem feldspatfreien, augitreichen Limburgit entsprechen. In der chemischen Zusammensetzung (Nr. 5), die Möller (**23**, 102) gibt, nimmt das Gestein eine Mittelstellung zwischen den Nephelinbasaniten und Limburgiten ein und schließt sich auch an die Basaltite an.

F. Limburgit (Magmabasalt).

Limburgite sind durch die ganze Rhön verbreitet. Sie erscheinen fast durchweg in Form von Gängen und in zylindrisch gestalteten Durchbrüchen; selten sind sie deckenartig ausgebreitet, wie z. B. am Öchsen bei Vacha, am Geiskopf (Dietrichsberg) bei Lengsfeld, am Schleitberg bei Geisa, am Auersberg und Buchschirmberg bei Hilders sowie an der Eiskante zwischen Batten und Frankenheim auf der Rhön.

Hier und da tritt der Limburgit mit Feldspatbasalt und Basanit zusammen auf. Wo er mit Nephelinbasalt in Berührung kommt, wie am Dietrichsberg (Geiskopf), am Leichelberg bei Oberkatz, am Buchschirmberg und an der Eiskante bei Hilders, am Bauersberg bei Bischofsheim und am Stoppelsberg bei Oberzell-Brückenau (**32**, 34), erscheint er älter als dieser. Nur am Rhönkopf, nördlich von Leubach bei Fladungen, scheint ein Limburgit den Nephelinbasalt zu durchbrechen; doch liegen hier die Verhältnisse, mangels genügender Aufschlüsse, nicht ganz klar und außerdem ist der Limburgit hier ein solcher 2. Art, läßt sich also als ein Magmabasalt von der Zusammensetzung der Nephelinbasalte betrachten (**51**, 42 und **46**, 166).

Herr Dürrfeld analysierte auf meinen Wunsch zwei Limburgite (Tabelle XIV), einen aus einem kleinen Stiel im Muschelkalk zwischen Dörnberg und Suchenberg (Blatt Spahl) und dann (Nr. 1) den Limburgit, welcher am Hundskopf bei Lengsfeld den mittleren Buntsand-

XIV. Limburgit (Magmabasalt).

	1 Hundskopf bei Lengsfeld Dürrfeld 1910	2 Dörnberg-Suchenberg (Blatt Spahl) Dürrfeld 1910
SiO_2	41.90	41.14
TiO_2	2.28	2.07
Al_2O_3	13.83	14.28
Fe_2O_3	6.27	5.14
FeO	4.59	6.23
MnO	—	—
CaO	11.40	12.28
MgO	13.17	11.05
Na_2O	2.21	2.87
K_2O	0.34	0.80
H_2O (Glühverlust)	3.87	4.71
Summe	99.86	100.57

stein durchbrochen hat. Der letztere (**16**, 185) enthält eine lichte, der erstere (**47**, 217) eine bräunliche Glasbasis. Die chemische Zusammensetzung beider Limburgite ist sehr ähnlich der der Nephelinbasanite vom Linzberg, Barnstein und Platzer Kuppe (s. oben Tabelle VII, 3, 4 und 5 sowie Tabelle XIII, 1) und des zu den Basaltiten gestellten Limburgits vom Lösershag (Tabelle XIII, 2). Der ziemlich hohe Glühverlust bzw. Wassergehalt ist, da möglichst frisches Material zur Analyse gelangte, wohl in dem Vorwiegen des Glases in der Grundmasse begründet.

G. Phonolith.

Die Verbreitung der Phonolithe in der Rhön beschränkt sich auf das Gebiet zwischen der Nordgrenze der Blätter Hünfeld und Spahl und der Südgrenze der Blätter Weyhers und Gersfeld. Das östlichste Vorkommen von Phonolith ist das vom Stirnberg in der Nordwestecke des Blattes Sondheim, das südwestlichste liegt an der Dalherdakuppe, wo der Phonolith den Nephelinbasanit durchbrochen hat. Westlich von der Linie, die von der Dalherdakuppe über Lütter nach dem Steinhauk bei Dietershausen und von da nach Hünfeld gezogen wird, ist Phonolith in der Rhön nicht mehr beobachtet worden.

Wie ich früher (**44**, 679 ff.) ausgeführt habe, liegt der Phonolith an der Wasserkuppe, ein feldspatreicher, trachytisch-andesitisch struierter Phonolith, der zahlreiche bräunlich zersetzte Noseankristalle enthält, deckenartig über Feldspatbasalt ausgebreitet und wird von Nephelinbasanit und Nephelinbasalt bedeckt. Es findet sich aber im Westen der Wasserkuppe — am Pferdskopf und an der Eube — auch noch ein älterer Phonolith von ganz gleicher Struktur; derselbe kommt jedoch nur als Einschluß in einer Breccie vor, welche unter dem vorher erwähnten Feldspatbasalt der Wasserkuppe gelegen ist. Auch am Großen Ziegenkopf bei Schackau hat ein Phonolith, der hier aber dem nephelinitoiden Phonolith der Milseburg und des Stellbergs gleicht, die Schlotbreccie von Schackau durchbrochen, und diese schließt wiederum, ganz wie die Breccie am Pferdskopf, Stücke von trachytischem Phonolith ein. Und während an der Dalherdakuppe ganz im Süden des Phonolithgebietes der trachytische Phonolith die dort vorhandene Basanitdecke durchbrochen hat, wird anderseits am Südabhang der Tannenfelskuppe (Blatt Kleinsassen) und an der Kleinen Nalle bei Gersfeld ein trachytischer Phonolith von Feldspatbasalt durchsetzt, der doch in der Rhön älter als der Basanit zu sein pflegt, überhaupt das älteste unter den dichten basaltischen Gesteinen ist (**44**, 697). Nimmt man dies als feststehend an, so würde der Phonolith der Kleinen Nalle und am Tannenfels zu dem ältesten Phonolith zu rechnen sein.

Jedenfalls muß man wenigstens zwei verschiedenalterige Phonolithe in der Rhön unterscheiden. Der ältere Phonolith war mit Sicherheit bis jetzt nur aus den älteren Breccien von Schackau und von dem Pferdskopf bekannt; zu ihm muß auch der Phonolith vom Südabhang des Tannenfels und von der Kleinen Nalle gestellt werden, vielleicht auch der unter dem Feldspatbasalt des Steinkopfs und des Stirnbergs bei Wüstensachsen (auf Blatt Sondheim) hervortretende Phonolith. Letzterer entstand wohl annähernd gleichzeitig mit den Phonolithbomben, die man in den basaltischen Tuffen und Breccien an der Basis des Braunkohlen führenden Tertiärs bei Wüstensachsen und Hilders antrifft (**50**, 33 u. **51**, 33). Der jüngere Phonolith gelangte erst nach der Eruption des Feldspatbasaltes und während der Bildung der Basanite — an der Wasserkuppe vor und an der Dalherdakuppe nach deren Erguß — zum Durchbruch. Zu ihm gehört der deckenartig ausgebreitete Phonolith des Pferdskopfes und der Wasserkuppe, auch der Phonolithdurchbruch der Dalherdakuppe und des Großen Ziegenkopfs, wahrscheinlich auch der Phonolith der Milseburg, des Hohlsteins (Fuchssteins) und des Kesselkopfs (Blatt Kleinsassen), sowie des Rößbergs, Seelesbergs und Habelsteins (Blatt Spahl). An den drei

XV. Phonolith.

	1 Milseburg Rammelsberg Schepky 4, 752 1862	2 Pferdskopf Rammelsberg 4, 752 1862	3 Pferdskopf Gmelin 1, 360 1828	4 Ebersberg (Abhang) Rammelsberg 4, 752 1862	5 Ebersberg (Gipfel) E. E. Schmid 2a, 236 1853
SiO_2	59.64	57.54	61 88	56 09	60.02
TiO_2	—	0.13	—	0.65	—
Al_2O_3	16.40	18.06	18 49	17 45	21.46
Fe_2O_3	5.43	4.70	3.82	5.30	4.73
FeO	—	—	—	—	—
MnO	0.12	0.06	0.51	0.21	—
CaO	1.59	4.75	1.23	6.39	1.58
MgO	Spur	1.20	—	1.51	0.61
Na_2O	7.24	5.65	6.72	4.21	8.86
K_2O	7.68	5.13	3.68	5.62	1.88
H_2O	2.26	3.19	1.34	3.27	1.49
[1]SO_3	(0.14)	Spur	—	—	—
CO_2	—	—	—	0.44	—
	—	0.19 BaO	—	0.16 BaO	—
Summe . . .	100.50	100.60	97.67	101.30	100.63
Spez. Gew. .	—	—	2.605	—	2.504

[1] Nachträglich bestimmt: Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellsch. XX, 1868, S. 542.

zuletzt genannten Bergen tritt er in mehr oder weniger großen, von der Erosion verschont gebliebenen Überresten unter Basanit oder Nephelinbasalt hervor.

Nach ihrer Struktur lassen sich die verschiedenalterigen Phonolithe jedenfalls nicht unterscheiden. Auch in ihrer chemischen Zusammensetzung zeigen die nephelinreichen Phonolithe, wie sie an der Milseburg, dem Stellberg, dem Großen Ziegenkopf, der Steinwand usw. auftreten — es liegt nur von dem Milseburggestein eine Analyse vor, die durch Rammelsberg bzw. R. Schepky (4, S. 750 ff.) ausgeführt wurde (Tabelle XV, 1) —, keine beträchtlichen Abweichungen gegenüber den trachytoiden Phonolithen. Von letzteren existieren zahlreiche Analysen, so vom Pferdskopf (Nr. 2 u. 3) von Rammelsberg (4, 752) und von Gmelin (1, 360), der, mehr als 30 Jahre früher, etwa 4 Prozent mehr Kieselsäure und 3½ Prozent Kalk und 2 Prozent Wasser weniger als Rammelsberg gefunden hatte, und vom Ebersberg (Nr. 4 u. 5) durch Rammelsberg (4, S. 752) und durch E. E. Schmid (2a, 236). Rammelsberg fand im Phonolith vom Ebersberg etwa 4 Prozent Kieselsäure weniger als Schmid, auch 4 Prozent Tonerde weniger, fast 5 Prozent mehr Kalk und viel weniger Natron; er bemerkt von Schmids Analyse mit Recht (4, S. 756): »Ein so großes Übergewicht des Natrons hat überhaupt sonst niemand in einem Phonolith gefunden. Ist es denkbar, daß am Ebersberg Abänderungen so verschiedener Art vorkommen?« Das von E. E. Schmid analysierte Stück war oben in der Nähe des Gipfels, das von Rammelsberg untersuchte Stück am unteren Abhang geschlagen.

Neuere Analysen (aus dem Jahre 1910) von den trachytischen Phonolithen des Kalvarienbergs bei Poppenhausen und der Dalherdakuppe rühren von den HH. Dürrfeld und Dreher her (Tabelle XVI, Nr. 6, 7 u. 8). Sie zeigen eine recht gute Übereinstimmung mit den Analysen des Phonoliths vom Pferdskopf und vom Ebersberg durch Rammelsberg; aber auch in ihnen ist, wie bei den meisten Rhönphonolithen, der Gehalt an Natron größer als an Kali. Nur der trachytische Phonolith von Abtsroda (Blatt Kleinsassen)[1] enthält nach

[1] Ob der Phonolith wirklich von Abtsroda selbst stammt, ist nicht sicher. Das analysierte Stück rührte von dem Oberforstrat Hundeshagen her und trug die Bezeichnung Abtsroda. Gmelin bemerkt aber in den Naturwiss. Abhandl. (1, S. 148), daß das frische Gestein dem des Pferdskopfs sehr ähnlich ist und das Stück entweder von dort oder, was ihm wahrscheinlicher dünke, von einem ganz nahe bei Abtsroda gelegenen, von dem Pferdskopf durch Muschelkalk, Sandstein und Basalt getrennten Phonolithvorkommen stamme. Zwischen Pferdskopf und Abtsroda liegen nur die beiden Phonolithvorkommen, die an der Straße von Sieblos nach Abtsroda im Bereich des mittleren und oberen Buntsandsteins aufgeschlossen sind (zu vergleichen die geologischen Blätter Kleinsassen und Gersfeld 49 u. 48).

den Analysen von C. G. Gmelin (**1**, 360) sowohl in frischen Stücken (Nr. 9) als in der dicken gelblichweißen Verwitterungskruste (Nr. 10), die man auf den Blöcken beobachtet, auffallend viel Kali und beträchtlich mehr als Natron.

Auch der noseanreiche Phonolith (**44**, S. 686) vom Linzberg bei Hofaschenbach (Blatt Spahl), den Möller (**23**, S. 84 ff.) als Nephelintephrit beschrieben und analysiert hat (Tabelle XVI, Nr. 11), weist

XVI. Phonolith.

	6	7	8	9	10	11
	Kalvarienberg Poppenhausen	Dalherdakuppe		Abtsroda		Linzberg bei Hofaschenbach
		frisch	in Zersetzung begriffen	frisch	verwittert	
	Dürrfeld	Dreher		Gmelin **1**, 360		Möller **23**, 97
	1910	1910		1828	1828	1887
SiO_2	55.32	54.98	54.63	61.90	63.67	57.69
TiO_2	0.75	0.76	0.78	0.10	0.14	0.66
Al_2O_3	20.25	18.26	18.02	17.75	16.34	20.44
Fe_2O_3	4.05	6.88	9.04	3.81	5.53	2.32
FeO	—	2.42	0.92	—	—	1.47
MnO	—	—	—	0.77	0.63	Spur
CaO	4.21	5.82	4.20	0.03	1.46	3.18
MgO	0.98	1.96	1.87	—	—	0.70
Na_2O	6.32	3.84	3.42	6.18	4.10	7.51
K_2O	4.10	2.19	2.27	8.27	8.91	4.74
H_2O	[1]3.34	[1]1.99	[1]3.10	0.67	0.63	1.70
SO_3	—	—	—	—	—	0.27
Cl	—	—	—	—	—	0.35
CO_2	—	—	—	—	—	0.42
						0.34 = x
Summe	99.32	99.10	98.25	99.48	101.71	101.79 ([1]1.85)
Spez. Gew.	—	—	—	2.623	2.651	2.624

wiederum mehr Natron als Kali auf und schließt sich in seiner chemischen Zusammensetzung (nicht den kalkreicheren Tephriten, sondern) den trachytischen Phonolithen vom Kalvarienberg bei Poppenhausen (Nr. 6) und Pferdskopf (Nr. 2) an. Ebenso gehören die Phonolithe (Tabelle XVII, Nr. 12, 13, 14), welche sich im Tuff des Weißen Wegs bei Rasdorf finden (**44**, S. 695) und von Rinne (**21**, S. 16 ff.) als Nephelintephrit beschrieben wurden, zu den trachytischen Phonolithen.

[1] Glühverlust.

Auch von den saueren und basischen Ausscheidungen der Phonolithe, wie sie sich als sogenannte Sanidinite im Phonolith vom Alschberg bei Friesenhausen (Blatt Fulda), hier Titanit, Chabasit und Analcim führend, und vom Kesselkopf bei Unter-Rupsroth (Blatt Kleinsassen), auch als Auswürflinge in der Tuffbreccie von Schackau, oder als Buchonit im Phonolith des Kalvarienberges bei Poppenhausen (44, S. 687 ff.) finden, liegen einige Analysen vor. Der »Sanidinit« vom Alschberg (»Alsberg bei Bieberstein«) hat nach Bunsen (3, 67) die unter Nr. 15 mitgeteilte Zusammensetzung, die von der der Sanidinite des Laacher Sees nicht sehr abweicht. Der Buchonit, den man bisher ziemlich allgemein den Nephelintephriten zugerechnet hatte, ist durch von Gerichten (6b, S. 12) und durch Möhl (8, 941) analysiert worden (Nr. 16 und 17), und einen durch zahlreiche bis 8 mm große Einsprenglinge von schwarzer Hornblende und von sanidinartigem Feldspat ausgezeichneten trachytischen Phonolith, der sich in der Tuffbreccie von Schackau findet, hat auf meinen Wunsch Hr. von Seyfried im Jahre 1896 analysiert (Nr. 18).

XVII. Phonolith.

	12	13	14	15	16	17	18
	Dachberg bei Rasdorf (aus dem Tuff am weißen Weg)			Alschberg (Sanidinit)	Kalvarienberg bei Poppenhausen (Buchonit)		Schackau-Ziegenkopf
	Knoevenagel	Deike	Bücking	Bunsen	von Gerichten	Möhl	von Seyfried
	21, 20	21, 21	42, 695	3, 67	6b, 12 (6c, XLVI)	8, 941	1896
	1887	1887	1875	1861	1873	1874	
SiO_2	66.74	61.01	56.94	63.40	45.84	45.18	49.55
TiO_2	0.53	0.45	0.55	—	—	—	—
Al_2O_3	16.91	18.45	19.16	20.20	10.18	10.42	25.01
Fe_2O_3	1.95	2.09	4.24	—	14.32	14.00	4.04
FeO	0.62	0.80	—	3.89	6.42	7.13	3.51
MnO	0.08	Spur	0.13	—	—	Spur	—
CaO	1.19	1.91	1.98	1.66	8.40	7.82	8.30
MgO	0.15	0.94	0.41	0.38	1.47	1.63	3.03
Na_2O	6.55	7.33	8.83	8.39	8.77	9.84	4.52
K_2O	4.11	4.75	6.87	3.54	3.96	3.72	4.21
H_2O	2.08	3.09	[1]0.85	0.36	1.21	0.72	—
SO_3	0.10	0.03	—	—	—	—	—
P_2O_5	Spur	Spur	—	—	0.66	1.64	—
	$x = 0.40$	$x = 0.40$					
Summe	101.41 ([1]1.72)	101.25 ([1]2.97)	99.96	101.82	101.23	102.10	102.17
Spez. Gew.	2.538	2.562	—	—	2.85	2.843	—

[1] Glühverlust.

Das zuletzt genannte Gestein, das bei seinem Reichtum an Hornblende und seiner dichten grauen Grundmasse äußerlich an Amphibolandesit erinnert, ist bis jetzt nur in Form von Auswürflingen in der Breccie von Schackau, sonst nirgends in der Rhön, gefunden worden. Bei der mikroskopischen Untersuchung erkennt man, daß neben den größeren Einsprenglingen von schwarzer bzw. brauner Hornblende und von sanidinartigem Anorthoklas auch noch solche von grünlichem diopsidartigem Augit und von Magnetit sowie mehr vereinzelt solche von Biotit und von Apatit auftreten. Die größeren Anorthoklase sind im Innern reich an Einschlüssen von Hornblende, Apatitnadeln, Magnetit, Grundmasse und bräunlichem Glas und erscheinen dadurch meist im Zentrum getrübt. Die Grundmasse besteht aus oft radial, seltener fluidal geordneten Leistchen von Sanidin und kleineren stabförmigen Mikrolithen von Ägirinaugit, die sich zu Bündeln und Büscheln gruppieren, und aus Kriställchen von Nephelin. Auch Mikrolithen von brauner Hornblende von etwa denselben Dimensionen wie die Sanidinleisten sind in einzelnen Stücken recht reichlich vorhanden; wo dies der Fall ist, treten die Augitmikrolithen mehr zurück. Als sekundäres Mineral ist Calcit sehr verbreitet; er durchtränkt die Grundmasse und hat sich besonders an der Peripherie der größeren Einsprenglinge angesiedelt.

Wie aus den vorhergehenden Ausführungen ersichtlich ist, lassen sich unter den basaltischen und phonolithischen Gesteinen der Rhön auch nach ihrer chemischen Zusammensetzung recht verschiedenartige Gruppen unterscheiden. Viele von diesen hat die Rhön mit dem böhmischen Mittelgebirge gemein; doch fehlen in ihr die Leucit führenden Gesteine vollständig (**16**, 150) und auch lakkolithische Bildungen sind nicht aufgeschlossen; sie vermag daher bei weitem nicht eine solche Mannigfaltigkeit der Gesteinstypen aufzuweisen wie jene. Aber hier wie dort wechselten wiederholt Eruptionen von sauren und basischen Gesteinen miteinander ab. Besonders kann man in beiden Gebieten ältere und jüngere Phonolithe unterscheiden, die durch mächtige Ströme und Decken von basaltischen Gesteinen voneinander getrennt sind. Während aber in Böhmen die Reihe der Eruptionen mit der der jüngeren Phonolithe (und bereits zur Oberoligocänzeit) abschließt, folgen in der Rhön nach diesen (hier anscheinend erst in der Untermiocänzeit geförderten) Gesteinen noch ansehnliche Ergüsse von Nephelinbasalt; in der südlichen Rhön haben sich dann über letzteren als jüngste vulkanische Bildungen noch mächtige Dolerite und Feldspatbasalte ausgebreitet.

Gerade von den basaltischen Gesteinen sind in der südlichen, mittleren und östlichen Rhön recht ansehnliche Decken erhalten geblieben; dagegen hat in der nördlichen und in der westlichen Rhön, wo die Phonolithe einst eine größere Verbreitung besaßen, die Abtragung einen außerordentlich großen Umfang erreicht: die früher zusammenhängende vulkanische Decke ist dort zum größten Teil verschwunden und der geologische Bau des triadischen Untergrundes tritt klar und deutlich hervor; auch mehrere Hundert Eruptionsstiche von Basalt und Phonolith sowie zahlreiche von vulkanischen Breccien erfüllte Ausbruchsröhren der verschiedensten Dimensionen sind bloßgelegt (**52**, 25; **49**, 28; **48**, 29).

Die genauere geologische Aufnahme hat hier nun ergeben, daß die zum Teil recht beträchtlichen Störungen (Verwerfungen, Graben- und Muldenbildungen) ihrer Hauptsache nach bereits vor der Ablagerung des Miocäns vorhanden waren, und daß später nach der Bildung der tertiären Sedimente und nach der Eruption der Basalte besonders tiefeingreifende Veränderungen in dem Bau des Untergrundes sich nicht mehr vollzogen. Daß die Eruptivgesteine auf ihrem Weg aus der Tiefe den wirklich nachgewiesenen oder vermuteten Verwerfungsspalten gefolgt seien und sie hier und da erweitert und vertieft hätten, wie man früher annahm, hat sich nicht als richtig erwiesen (**50**, 42; **51**, 43; **52**, 32); im Gegenteil, es ist mehr und mehr wahrscheinlich geworden, daß jene Spalten gar nicht bis in die Tiefe niedersetzen, in der sich der vulkanische Herd befinden mag (**39a**, 307 und **44a**, 11). Vulkanische Durchbrüche sind nur in ganz vereinzelten Fällen auf oder in der Nähe von Verwerfungsspalten erfolgt; die Mehrzahl derselben befindet sich seitwärts von den Störungsgebieten.

Literatur.

1. 1828. C. G. Gmelin, Chemische Zerlegung des Klingsteins oder Phonoliths. Poggendorffs Annalen XIV, S. 357 ff. — Ausführlicher in den Naturwissenschaftl. Abhandlungen, herausgegeben von einer Gesellschaft in Württemberg. Stuttgart, II. Bd., S. 133—162.

2. 1853. E. E. Schmid, a) Über die basaltischen Gesteine der Rhön. Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellschaft V, S. 227 ff.

—, b) Chemisch-mineralogische Mitteilungen. Poggendorffs Annalen 89, S. 291 ff.

3. 1861. Bunsen, Mitteilung, vgl. Justus Roth, Die Gesteinsanalysen, Berlin, S. 67.

4. 1862. C. Rammelsberg, Analysen einiger Phonolithe aus Böhmen und der Rhön. Zeitsch. d. Deutsch. Geolog. Gesellschaft XIV, S. 750 ff.

5. 1865. C. W. Gümbel, Die geognostischen Verhältnisse des fränkischen Triasgebiets. Bavaria, IV. Bd., XI. Heft, S. 64ff.

6. 1873. F. Sandberger, a) Über Dolerit I. Die konstituierenden Mineralien. Sitzungsber. d. Bayr. Akad. d. Wiss. III, S. 140ff.

—, b) Weitere Mitteilungen über den Buchonit. Ebenda S. 11ff.

6c. —. J. Roth, Beiträge zur Petrographie, Berlin 1873.

7. —, H. Möhl, Mikromineralogische Mitteilungen. Neues Jahrbuch für Mineralogie, S. 449ff.

8. 1874. Derselbe, Zusammenstellung, mikroskopische Untersuchung und Beschreibung einer Sammlung typischer Basalte. Ebenda S. 941ff.

9. —, O. Bredemann, Über Basalte der Rhön. Inaugural-Dissertation, Jena.

10. 1878. Laufer, Beiträge zur Basaltverwitterung. Zeitsch. d. Deutsch. Geolog. Gesellschaft XXX, S. 67ff.

11. —, F. Sandberger, Über Basalt und Dolerit bei Schwarzenfels. Neues Jahrb. für Mineralogie, S. 22ff.

12. —, H. Bücking, Über Augitandesite in der südlichen Rhön und in der Wetterau. Tschermaks Mineralog. u. petrograph. Mitteil. I, S. 1ff.

13. —, H. Bücking, Über Basalt vom südöstlichen Vogelsberg und Schwarzenfels in Hessen. Ebenda S. 101ff.

14. 1879. S. Singer, Beiträge zur Kenntnis der am Bauersberge bei Bischofsheim vor der Rhön vorkommenden Sulfate. Inaugural-Dissertation, Würzburg.

15. 1880. Fr. Knapp, Die doleritischen Gesteine des Frauenbergs bei Schlüchtern in Hessen. Inaugural-Dissertation, Würzburg.

16. —, H. Bücking, Basaltische Gesteine aus der Gegend südwestlich vom Thüringer Walde und aus der Rhön. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt für 1880, S. 149ff.

17. 1881. Derselbe, Über basaltische Gesteine der nördlichen Rhön. Ebenda für 1881, S. 604ff.

18. —, F. Sandberger, Zur Naturgeschichte der Rhön. Gem. Wochenschrift, Separatabdruck S. 1—20.

19. 1883. H. Sommerlad, Über Hornblende führende Basaltgesteine. Neues Jahrb. für Mineralogie, Beilagebd. 2, S. 139ff.

20. —, K. Petzold, Petrographische Studien an Basaltgesteinen der Rhön. Inaugural-Dissertation, Halle a. S.

21. 1887. F. Rinne, Der Dachberg, ein Vulkan der Rhön. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt für 1886, 2. Abt., S. 1ff.

22. —, H. Lenk, Zur geologischen Kenntnis der südlichen Rhön. Inaugural-Dissertation, Würzburg.

23. —, E. Möller, Petrographische Untersuchung einiger Gesteine der Rhön. Neues Jahrb. für Mineralogie 1888 I, S. 81ff.

24. 1888. A. von Koenen, Erläuterungen zur Geolog. Spezialkarte von Preußen. 36. Lieferung. Blatt Friedewald.

25. —, Desgl. Blatt Vacha.

26. —, Desgl. Blatt Eiterfeld.

27. —, Desgl. Blatt Geisa.

28. —, Desgl. Blatt Lengsfeld.

29. 1889. H. Bücking, Erläuterungen zur Geolog. Spezialkarte von Preußen. 37. Lieferung. Blatt Altenbreitungen.

30. —, Desgl. Blatt Oberkatz.

31. —, Desgl. Blatt Helmershausen.

32. 1892. R. Wedel, Über das Doleritgebiet der Breitfirst. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt für 1890, Bd. XI, 2. Abt., S. 1ff. (Als Dissertation 1890 erschienen.)

33. 1894. H. Proescholdt, Über den geologischen Bau des Zentralstocks der Rhön. Ebenda für 1893, Bd. XIV, S. 1 ff.

34. 1897. E. von Seyfried, Geognost. Beschreibung des Kreuzbergs in der Rhön. Ebenda für 1896, Bd. XVII, 2. Abt., S. 3 ff. (Als Dissertation 1897 erschienen.)

35. 1900. M. Bauer, Beiträge zur Kenntnis der niederhessischen Basalte. Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. Berlin XLVI, S. 1023 ff.

36. 1901. J. Soellner, Geognost. Beschreibung der Schwarzen Berge in der südlichen Rhön. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt für 1901, Bd. XXII, S. 1 ff.

37. 1902. C. Trenzen, Beiträge zur Kenntnis einiger niederhessischer Basalte. Neues Jahrb. für Mineralogie II, S. 1 ff.

38. —, Ph. Schmidt, Beiträge zur Kenntnis der basaltischen Gesteine der Gegend von Roth am Ostabhang der Rhön. Inaugural-Dissertation, Erlangen.

39. 1903. M. Bauer, Vorläufig. Bericht über weitere Untersuchungen im niederhessischen Basaltgebiet. Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. Berlin XLIV, S. 992 ff.

39a. —, H. Bücking, Über die vulkanischen Durchbrüche in der Rhön und am Rande des Vogelsbergs. Gerlands Beiträge zur Geophysik. Leipzig VI, S. 267 ff.

40. 1905. A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie, II. Teil, Stuttgart.

41. 1906. M. Blanckenhorn, Zur Kenntnis der vulkanischen Erscheinungen und der Stratigraphie am Nordwestrande der Rhön. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt für 1904, Bd. XXV, S. 600 ff.

42. —, von Seyfried, Zur Kenntnis der vulkanischen Gebilde und der Tektonik im Südwesten der Rhön. Ebenda für 1904, Bd. XXV, S. 592 ff. und Taf. 21.

43. 1907. J. Soellner, Über Rhönit, ein neues änigmatitähnliches Mineral usw. Neues Jahrb. für Mineralogie, Beilagebd. 24, S. 475 ff.

44. —, H. Bücking, Über die Phonolithe der Rhön und ihre Beziehungen zu den basaltischen Gesteinen. Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. Berlin XXXVI, S. 699 ff.

44a. —, Derselbe, Über einige merkwürdige Vorkommen von Zechstein und Muschelkalk in der Rhön. Festschrift zum 70. Geburtstag von A. v. Koenen. Stuttgart, S. 1 ff.

45. 1908. H. Rosenbusch, Mikroskop. Physiographie der massigen Gesteine. 2. Hälfte. Ergußgesteine. 4. Aufl. Stuttgart.

46. 1909. W. Wagner, Geolog. Beschreibung der Umgebung von Fladungen vor der Rhön. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt für 1909, Teil II, S. 109 ff. (Als Dissertation 1910 erschienen.)

47. —, F. Kallhardt, Geolog. Beschreibung der Umgegend von Spahl in der Rhön usw. Ebenda für 1909, Teil II, S. 175 ff. (Als Dissertation 1910 erschienen.)

48. —, H. Bücking, Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen usw. Lief. 171. Blatt Gersfeld. Erschienen 1910.

49. —, Desgl. Blatt Kleinsassen.
50. —, Desgl. Blatt Sondheim.
51. —, Desgl. Blatt Hilders.
52. —, Desgl. Blatt Spahl.
(49–52:) Erschienen 1910.

53. 1910. H. Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre. 3. Aufl. Stuttgart.

54. —, X. Galkin, Chemische Untersuchung einiger Hornblenden und Augite aus Basalten der Rhön. Neues Jahrb. für Mineralogie, Beilagebd. 29, S. 681 ff.

Untersuchungen über die Fermente der Milch und über deren Herkunft.

Von Dr. Julius Wohlgemuth und Dr. Michael Strich.

(Aus der experimentell-biologischen Abteilung des Pathologischen Instituts der Kgl. Universität Berlin.)

Vorgelegt von Hrn. Orth.

I.

Daß das Sekretionsprodukt der Milchdrüse eine Reihe von Fermenten in sich birgt, ist eine seit langem bekannte Tatsache. So weiß man, daß die Milch der meisten Tiere kohlehydrat- und fettspaltende Fermente besitzt und außerdem eine Oxydase, Reduktase und Katalase aufzuweisen hat. Nur bezüglich eines in der Milch vorkommenden eiweißspaltenden Fermentes sind alle bisherigen Untersuchungen noch so gut wie ergebnislos verlaufen. Und doch müßte die Feststellung eines Fermentes gerade dieser Wirkungsart in Rücksicht auf den Eiweißabbau im kindlichen Darmtraktus von ganz besonderem Interesse sein.

Was bisher über die Existenz eines proteolytischen Fermentes in der Milch mitgeteilt ist, kann nicht den Anspruch darauf machen, als absoluter Beweis hierfür zu gelten. So hat die sogenannte Kasease von Duclaux, welche die Eigenschaft besitzt, das vom Lab gebildete Kaseinkoagulum aufzulösen, und bei der Käsereifung eine wichtige Rolle spielt, sich nicht als ein originäres Milchferment erwiesen, sondern als das Produkt einer bestimmten Milchbakterienart. Und ähnlich ist es dem von Babcock und Russel falscherweise mit Galaktase bezeichneten Ferment ergangen, das ebenfalls bei der Käsereifung eine Rolle zu spielen scheint. Auch die Annahme von Spolverini, daß die Milch Pepsin und Trypsin enthält, hat sich als trügerisch erwiesen, und ebenso können die Versuche von Moro mit Fibrinflocken nicht als beweisend dafür gelten, daß in der Milch ein proteolytisches Ferment enthalten ist.

Bei diesem negativen Forschungsergebnis so vieler Autoren schien es uns von vornherein wenig aussichtsvoll, die Untersuchungen in

der nämlichen Richtung fortzusetzen. Mehr Aussicht auf Erfolg war zu erwarten, wenn man — statt nach einem native Eiweißkörper spaltenden Ferment zu suchen — sich bemühte, ein anderes vom Typus der von Emil Fischer entdeckten peptidspaltenden oder, wie Abderhalden sie nennt, peptolytischen Fermente in der Milch zu fassen. Das ist uns in der Tat gelungen.

Als Objekt für den Nachweis eines peptolytischen Fermentes in der Milch wählten wir von den durch die Synthese bisher zugänglichen Peptiden das Glycyl-tryptophan. Die Versuche wurden meist so ausgeführt, daß ein genau gemessenes Quantum Milch (1 ccm) mit einer genau gemessenen Menge (1 ccm) einer etwa 1.0 prozentigen Glycyltryptophanlösung versetzt und das Gemisch unter Toluol auf 24 Stunden in den Brutschrank gestellt wurde; gleichzeitig wurde eine Kontrolle mit gekochter Milch angesetzt. Nach Ablauf der Frist wurde dann festgestellt, ob eine Zerlegung des Peptids in seine beiden Komponenten stattgefunden hat oder nicht. Das geschah in der Weise, daß wir die Bromreaktion auf freies Tryptophan anstellten. Fiel diese positiv aus, so war damit bewiesen, daß die Glycyl-tryptophanverbindung gesprengt worden war. Die Kontrollen mit gekochter Milch waren selbstverständlich stets negativ. Auf diese Weise gelang es uns, nachzuweisen, daß die Milch von der Frau, von der Kuh, der Ziege, dem Kaninchen und dem Meerschweinchen ein peptolytisches Ferment enthält. Besonders reich an peptolytischem Ferment scheint die Frauenmilch und die Kaninchenmilch zu sein; aber auch Kuhmilch gab stets ein positives Resultat, mochte man Vollmilch oder Magermilch zum Versuch verwandt haben.

Bezüglich der sonstigen Eigenschaften des Fermentes ist zu sagen, daß es gegen Temperaturen mäßig hohen Grades außerordentlich empfindlich ist; schon 15 Minuten langes Erhitzen auf 65—70° C. vernichtet es völlig. — Wirksamen Magensaft gegenüber ist es ziemlich resistent; so behält Milch, mit der Hälfte ihres Volumens mit peptisch wirksamen Magensaft von der Azidität 50 zusammengebracht und bei einer Temperatur von 38° C. 15—30 Minuten lang gehalten, fast unverändert ihre peptolytische Kraft. — Wenn man Milch labt und das Gerinnsel und die Molke getrennt untersucht, so findet sich das Ferment zum allergrößten Teil in dem Gerinnsel, während die Molke höchstens Spuren davon enthält.

Das Vorkommen eines peptolytischen Fermentes in den am meisten zur Verwendung kommenden Milchsorten dürfte nicht allein theoretisches Interesse beanspruchen, sondern im Hinblick auf die Rolle, welche die Milch besonders im Haushalte der Säuglingsernährung spielt, auch von einigem praktischen Interesse sein. Sind wir auch weit davon entfernt,

diesem Ferment einen hervorragenden Einfluß auf den Verlauf der Milchverdauung im Magendarmtraktus beizumessen, so ist doch die Annahme, daß seine Gegenwart unterstützend auf den tieferen Abbau der Eiweißkörper (Peptide) im Darm wirken kann, nicht von der Hand zu weisen. Bereits Behring hat vor längerer Zeit sich in ähnlichem Sinne geäußert und die Vermutung ausgesprochen, daß in der rohen Milch vielleicht irgendwelche fermentartigen Stoffe unbekannter Natur, denen er den Namen »Zymasen« beilegte, enthalten sind. Diese Hypothese Behrings dürfte nun in unsern Untersuchungen eine experimentell gesicherte Stütze gefunden haben.

II.

Woher die Fermente der Milch stammen, ist eine bis heute noch nicht geklärte Frage. Während die einen glauben, daß sie auf dem Wege der Transsudation aus dem Blute in die Milch gelangen, betrachtet man andrerseits den verschiedenen Fermentgehalt der einzelnen Milcharten als die Folge ihrer verschiedenen Eiweißzusammensetzung. In keinem Falle kann man sagen, daß für eine der beiden Behauptungen irgendein einwandsfreier Beweis bisher erbracht worden ist.

Es schien uns darum wertvoll, diese Frage einer erneuten Bearbeitung zu unterziehen. Wir waren uns von vornherein klar, daß, wenn wir eine Entscheidung treffen wollten, wir entweder so vorgehen mußten, daß wir in der Milch nach einem Fermente fahndeten, das sich im Blute nicht findet, oder daß wir zum Objekt der Untersuchung ein Ferment wählen mußten, das im Blute sowohl wie in der Milch vorkommt, und dessen Mengenverhältnisse man mit einer bequemen Methode zu messen imstande war. Da aber vorauszusehen war, daß man auf dem erstgenannten Wege unüberwindlichen Schwierigkeiten begegnen würde, so schlugen wir den zweiten ein und wählten als Maßstab für den Fermentgehalt der Milch und des Blutes die Diastase, zumal uns für deren Bestimmung ein bequemes quantitatives Verfahren in der Methode von Wohlgemuth zur Verfügung stand.

Zunächst orientierten wir uns, welche Tierarten in ihrer Milch ein diastatisches Ferment enthalten, und fanden in Übereinstimmung mit den bisherigen Erfahrungen in der Milch des Hundes, des Kaninchens und des Meerschweinchens stets Diastase, während sich in der Kuh- und Ziegenmilch niemals Diastase nachweisen ließ. Die größten Mengen enthält die Milch des Hundes, dann folgt das Kaninchen und dann das Meerschweinchen. Gruppieren wir aber diese drei Tierarten nach dem Diastasegehalt des Blutes, so bekommen wir folgende Reihenfolge: Meerschweinchen, Hund, Kaninchen. Es scheidet also das Meerschweinchen trotz der größeren Quantitäten an Diastase im

Blut weit weniger Diastase in seiner Milch aus als der Hund, ja sogar noch weniger als das Kaninchen. Schon aus diesen Befunden allein geht hervor, daß jene Hypothese, wonach jedes Tier von dem Ferment, an dem es besonders reich ist, einen Teil an die Milch abgibt, nicht ohne weiteres zutreffen kann.

Noch viel deutlicher tritt das zutage, wenn wir beim Menschen die entsprechenden Verhältnisse näher ins Auge fassen. Wir haben unsere Untersuchungen so ausgeführt, daß wir von ein und derselben Mutter Milch, Blut und Urin entnahmen und auf ihren Diastasegehalt untersuchten. Dabei stellte sich heraus, daß die Menge der in der Milch enthaltenen Diastase die des Blutes sowohl wie die des Urins um mehr als das 100fache übertraf, ja, in manchen Fällen beobachteten wir Diastasewerte in der Milch, welche die des Blutes sogar um das 200fache überstiegen. Diesen kolossalen Werten begegneten wir vorwiegend in dem Stadium der ersten Laktationsperiode. Auch Colostrum haben wir in mehreren Fällen untersucht und mit dem Blut und Urin desselben Individuums verglichen und hier womöglich noch größere Unterschiede gefunden. In späteren Laktationsperioden nehmen die Werte für die Milchdiastase zwar erheblich ab, doch übertreffen sie immer noch die Diastasewerte des Blutes um das 8- bis 10fache.

Wenn wir aus diesen Befunden einen Schluß auf die Herkunft der Diastase in der Milch ziehen wollen, so können wir wohl sagen, daß sie keinesfalls nur aus dem Blute stammt, sondern daß der bei weitem größte Teil ein Produkt der Tätigkeit der Brustdrüse ist. Wäre das nicht der Fall, sondern stammte sie ausschließlich aus dem Blut, so wäre einmal nicht einzusehen, warum beispielsweise im Harn die Werte stets in ziemlich gleichen Grenzen bleiben und nicht auch bisweilen erheblich ansteigen. Sodann aber wäre — und das scheint uns das Entscheidende zu sein — gar nicht zu erklären, aus welchem Grunde Kuh- und Ziegenmilch niemals Diastase enthalten, obwohl doch das Blut dieser Tiere ungefähr den gleichen Gehalt an Diastase hat, wie das der Frau, es sei denn, daß man die gezwungene Annahme machen wollte, die Brustdrüse bestimmter Tierarten habe ein spezielles Absorptions- und Aufspeicherungsvermögen für die Blutdiastase. Wir kommen demnach zu dem Schluß, daß die Diastase der Milch vorwiegend in der Brustdrüse selbst produziert wird, und glauben weiter folgern zu dürfen, daß auch für die übrigen Fermente die Brustdrüse als deren Bildungsstätte anzusehen ist.

Dabei soll aber keineswegs bestritten werden, daß nicht mitunter doch Fermente aus dem Blut in die Milch übertreten können. Im Gegenteil, wir sind sogar selber in der Lage, hierfür folgenden experimentellen Beweis erbringen zu können.

Wenn man einem Tier die Ausführungsgänge des Pankreas unterbindet, so staut sich zunächst das Pankreassekret in der Drüse, tritt dann aber in das Blut über und bewirkt eine gewaltige Steigerung der Diastase im Blut. Diese von dem einen von uns gemachte Beobachtung schien am geeignetsten, den Übertritt von Fermenten aus dem Blut in die Milch experimentell zu erzwingen. Wir unterbanden also einer Hündin, die sich in dem ersten Stadium der Laktation befand, die Ausführungsgänge des Pankreas und prüften nun täglich den Diastasegehalt der Milch sowohl, wie den des Blutes und den des Urins. Dabei zeigte sich, daß zunächst im Blut und im Urin und kurz darauf auch in der Milch die Diastasewerte ganz beträchtlich anstiegen, doch konnte man deutlich beobachten, daß der Anstieg im Blut ein viel höherer war als in der Milch. Diese Steigerung des Diastasegehaltes der Milch hielt so lange an, als auch die Diastase im Blute vermehrt war, und sank wieder auf den Anfangswert zurück, je mehr sich auch der Blutdiastasegehalt der Norm näherte. Diese Wirkung der Pankreasgangunterbindung haben wir bei drei Hündinnen stets in der gleichen Weise feststellen können. — Es ist also in der Tat die Möglichkeit vorhanden, daß bei einer kolossalen Überschwemmung des Blutes mit Fermenten dieselben in die Milch des betreffenden Tieres übertreten können. Diese Beobachtung ändert aber nichts an der vorhin festgestellten Tatsache, daß die Fermente der Milch vorwiegend anzusehen sind als ein Produkt der Brustdrüse.

Ausgegeben am 26. Mai.

1910.
XXV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

12. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

*1. Hr. Dressel las: Über eine bisher unbekannte Silbermünze des Arsakiden Mithradates III.

Aus einem unter dem Partherkönig Orodes I. umgeprägten Tetradrachmon des Berliner Münzcabinets lässt sich mit Hülfe einiger ähnlichen Stücke die erste sichere Prägung des parthischen Prätendenten Mithradates III. wiederherstellen und damit auch sein Bildniss gewinnen. Die dürftigen Nachrichten über Mithradates werden geprüft. Durch die neue Münze werden diese zum Theil ergänzt und die bisherigen Zutheilungen an Mithradates umgeworfen.

2. Hr. Erman legte vor den von den HH. H. Schäfer und H. Junker erstatteten Bericht über die von der Akademie in den Wintern 1908/09 und 1909/10 nach Nubien entsendete Expedition. (Ersch. später.)

Ausgegeben am 26. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

SITZUNGSBERICHTE 1910.

XXVI.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Waldeyer las über das Skelet einer Hundertjährigen. (Ersch. später.)

Es werden die vergleichenden Gewichtsbestimmungen mitgetheilt und die inneren Architekturverhältnisse, soweit sie noch erkennbar sind, besprochen.

2. Hr. Rubens überreichte ein von dem verstorbenen ordentlichen Mitglied Hrn. Landolt hinterlassenes Manuscript: Über die Erhaltung der Masse bei chemischen Umsetzungen, dessen Aufnahme in die Abhandlungen die Akademie beschloss.

Es handelt sich um eine ausführliche Bearbeitung der unter dem Titel: »Untersuchungen über die fraglichen Änderungen des Gesammtgewichtes chemisch sich umsetzender Körper«, in den Sitzungsberichten der Akademie Jahrg. 1893, S. 301—334, Jahrg. 1906, S. 266—298, Jahrg. 1908, S. 354—387 erschienenen drei Mittheilungen. Das Manuscript ist von Hrn. Prof. Willy Marckwald durchgesehen worden.

3. Die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe Hr. Leo Koenigsberger in Heidelberg und Hr. August Toepler in Dresden haben, ersterer am 22., letzterer am 25. Mai das fünfzigjährige Doctorjubiläum gefeiert. Die Akademie hat ihnen aus diesem Anlass Adressen gewidmet, deren Wortlaut unten folgt.

4. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: Heft 41 des akademischen Unternehmens »Das Pflanzenreich«, enthaltend die *Garryaceae, Nyssaceae, Alangiaceae* und *Cornaceae*, bearb. von W. Wangerin. Leipzig 1910; Lief. 18 des von der Akademie unterstützten Werkes O. Taschenberg, Bibliotheca zoologica II. Leipzig 1910 und Bd. 4, Lief. 1. 2 der Zoologischen und anthropologischen Ergebnisse einer Forschungsreise im westlichen und zentralen Südafrika ausgeführt in den Jahren 1903—1905 mit Unterstützung der Akademie (Humboldt-Stiftung) von Leonhard Schultze. Jena 1910.

5. Zu wissenschaftlichen Unternehmungen hat die Akademie bewilligt:

durch die physikalisch-mathematische Classe: Hrn. Engler zur Fortführung des Werkes »Das Pflanzenreich« 2300 Mark; demselben zur Fortsetzung des Sammelwerkes »Die Vegetation der Erde« 2875 Mark; Hrn. F. E. Schulze zur Fortführung seiner Untersuchungen über die Lufträume des Vogelkörpers 2000 Mark; Hrn. Struve zu einer Bearbeitung der in den letzten Jahrzehnten angestellten Beobachtungen der Uranusmonde 1500 Mark; dem Curatorium der Akademischen Jubiläumsstiftung der Stadt Berlin zu den Kosten der Veröffentlichung der Ergebnisse der von der Stiftung veranstalteten Trinil-Expedition 2000 Mark; dem von dem II. Deutschen Kalitage für die wissenschaftliche Erforschung der norddeutschen Kalisalzlager eingesetzten Comité als vierte Rate 1000 Mark; der Zoologischen Station in Roscoff gegen Einräumung eines von der Akademie zu vergebenden Arbeitsplatzes für die Dauer eines Jahres eine zweite Rate von 1500 Frcs.; Hrn. Prof. Dr. Emil Abderhalden in Berlin zu Versuchen über Ernährung mit vollständig abgebautem Eiweiss 1000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Adolf Borgert in Bonn zu weiteren Untersuchungen über Radiolarien 1200 Mark; Hrn. Privatdocenten Dr. Otto H. Erdmannsdörffer in Berlin zu Untersuchungen über Contact-Metamorphismus in französischen Gebirgen 1000 Mark; Hrn. Dr. Victor Franz in Frankfurt a. M. zum Besuch einer biologischen Station am Mittelmeer behufs Fortsetzung seiner Untersuchungen über Fischwanderungen 1000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Karl Haussmann in Aachen zur Untersuchung des Aachener magnetischen Störungsgebiets 600 Mark; Hrn. Prof. Dr. Arrien Johnsen in Kiel zur Untersuchung des auf den Inseln S. Pietro und S. Antioco gesammelten mineralogischen Materials 1000 Mark; Hrn. Dr. Otto Kalischer in Berlin zur Fortführung seiner Untersuchungen über die Hörsphären des Grosshirns usw. 600 Mark; Hrn. Dr. Ludwig Keilhack in Berlin zur Fortsetzung seiner zoologischen Seeuntersuchungen in den Dauphiné-Alpen 600 Mark; Hrn. Privatdocenten Dr. Hans Kniep in Freiburg i. Br. zu Untersuchungen über den Einfluss der Schwerkraft auf die Orientierungsbewegungen von Pflanzenorganen 650 Mark; Hrn. Prof. Dr. Paul Kuckuck auf Helgoland für eine Reise nach England und Irland zum Abschluss seiner Bearbeitung der Phaeosporeen 500 Mark; Hrn. Prof. Dr. Otto Ruff in Danzig zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über das Osmium 500 Mark;

durch die philosophisch-historische Classe: Hrn. Koser zur Fortführung der Herausgabe der Politischen Correspondenz Friedrich's des Grossen 6000 Mark; Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff zur Fortführung der Inscriptiones Graecae 5000 Mark; der Deutschen Commission zur Fortführung der Forschungen des Hrn. Burdach über die neuhochdeutsche Schriftsprache 4000 Mark; für die Bearbeitung des Thesaurus

linguae Latinae über den etatsmässigen Beitrag von 5000 Mark hinaus noch 1000 Mark; zur Bearbeitung der hieroglyphischen Inschriften der griechisch-römischen Epoche für das Wörterbuch der aegyptischen Sprache 1500 Mark; für das Cartellunternehmen der Herausgabe der mittelalterlichen Bibliothekskataloge als vierte Rate 500 Mark; für die Zwecke des Corpus inscriptionum Etruscarum 500 Mark.

6. Die Akademie hat auf den Vorschlag der vorberathenden Commission der Bopp-Stiftung aus den Erträgnissen der Stiftung Hrn. Privatdocenten Dr. Reinhold Trautmann in Göttingen zu einer wissenschaftlichen Reise nach Russland 1350 Mark zuerkannt.

Die Akademie hat die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Eduard van Beneden in Lüttich am 28. April, Hrn. Stanislao Cannizzaro in Rom am 11. Mai und Sir William Huggins in London am 12. Mai, sowie das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hrn. Emil Schürer in Göttingen am 30. April durch den Tod verloren.

Adresse an Hrn. Leo Koenigsberger zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 22. Mai 1910.

Hochverehrter Herr Kollege!

Zu der fünfzigjährigen Wiederkehr des Tages Ihrer Doktorpromotion bringt die Akademie der Wissenschaften Ihnen, ihrem langjährigen verdienten Mitgliede, ihre Glückwünsche dar, indem sie dankend hervorhebt, was Sie in der langen Zeit Ihres Wirkens für die die Wissenschaft bewegenden Fragen und für das Verständnis der Männer geleistet haben, die vorbildlich gewirkt haben. Schon Ihre ersten Arbeiten über die Transformation der Abelschen Funktionen begannen mit einer Erweiterung der Ideen von Abel und Jacobi, und zwar derjenigen Ideen, durch die Abel und Jacobi zur Einführung der elliptischen Funktionen geführt waren. Durch die Entdeckung der Abelschen Funktionen, die in ihren ersten Anfängen auf Jacobi zurückzuführen ist, traten, wie auch Ihnen deutlich wurde, neue, weit größere algebraische Schwierigkeiten auf. Es ist schon jetzt klar, daß man derselben nicht Herr werden könnte, wenn man das von Ihnen behandelte Transformationsproblem aus den Augen verlöre. Ihre weiteren zahlreichen, umfangreichen Arbeiten über Differentialgleichungen, über hyperelliptische Funktionen, das Abelsche Theorem, die Grundgleichungen der Mechanik bezeugen, daß Sie stets Ihre Arbeitskraft solchen Fragen widmeten, die Sie als prinzipiell wichtig erachteten. Besonders aber ist die Akademie Ihnen dafür dankbar, daß Sie die Gestalten von Jacobi und Helmholtz, zweier ihrer Mitglieder, die auf die neuere wissenschaftliche Epoche von bestimmendem Einfluß gewesen sind, durch sehr eingehende und zuverlässige Biographien der Nachwelt deutlich vorgeführt haben. Auch das Persönliche ist von Wert, das Sie aus dem Leben der beiden Forscher mitteilen, von denen der eine, Helmholtz, einem Teil von uns noch in lebendiger Erinnerung ist. Den wissenschaftlichen Bestrebungen nach stand Jacobi Ihnen näher, aber Helmholtz nicht fern. Denn dieser Gelehrte, der in das Wesen der Naturvorgänge eindrang, war zugleich ein Mathematiker von freiem Blick, der geometrische und analytische Pro-

bleme kühn durchzuführen unternahm, wenn seine Ideen dies erforderten; die Verwandtschaft seines Denkens mit dem von GREEN, RIEMANN und BELTRAMI hat auch auf diejenigen seiner Schüler eingewirkt, die der reinen Mathematik zugewandt waren. Es ist deshalb nicht bedeutungslos, daß gerade ein Mathematiker das Leben von HELMHOLTZ ausführlich, in starken Bänden, beschrieben hat, und Ihre biographischen Arbeiten sind, ebenso wie Ihre übrigen, als solche zu betrachten, durch die die mathematisch-naturwissenschaftliche Forschung gefördert wird. Ihr Ehrentag ist uns eine willkommene Gelegenheit, dies auszusprechen.

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Adresse an Hrn. August Toepler zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 25. Mai 1910.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Zu Ihrem fünfzigjährigen Doktorjubiläum bringt die Akademie Ihnen die herzlichsten Glückwünsche dar. Um fünfzig Jahre zurückdenkend werden Sie sich eines Mißgeschicks erinnern, welches Ihnen am Anfang Ihrer Laufbahn widerfuhr: der Zurückweisung Ihrer ersten physikalischen Arbeiten seitens der Fachzeitschriften. Diese Tatsache erscheint uns heute einerseits schwer verständlich, andererseits als ein Zeichen dafür, daß Ihr Blick weiter reichte als der Ihrer Zeitgenossen. Handelte es sich doch um die Toeplersche Quecksilberluftpumpe ohne Hähne und Schliffe und um die Toeplersche Schlierenmethode. Jene ist, was den Grad der zu erreichenden Luftverdünnung betrifft, noch heute unübertroffen, diese ist längst unter die klassischen Methoden aufgenommen; ihre Fruchtbarkeit ist besonders durch Ihre schönen Untersuchungen über die elektrische Funkenentladung erwiesen und hat sich durch die von Mach und Salcher vorgenommene Anwendung auf die photographische Fixierung der durch Projektile in der Luft eingeleiteten Vorgänge weiterhin glänzend bewährt. Es wird Sie interessieren, zu vernehmen, daß durch derartige Beobachtungen nach der Schlierenmethode neuerdings Dr. Ritter zur Konstruktion von Geschoßformen geführt wurde, welche sich den älteren bedeutend überlegen zeigen.

Der Wunsch, bei Ihren Funkenversuchen einen Ersatz für das Induktorium zu finden, dessen Gebrauch durch die damals erforderlichen Bunsenschen Elemente unbequem war, führte Sie auf die Erfindung der Influenzmaschine. Den Ruhm dieser Erfindung teilen Sie mit Hrn. Wilhelm Holtz. Aber indem es von Anfang an Ihr Bestreben war, die Leistung der Maschine in bezug auf die Quantität der gelieferten Elektrizität zu steigern, gelangten Sie zu der vielplattigen Type, welche in der Ausführung von Fr. Leuner als das beste auf diesem Gebiete Vorhandene zu bezeichnen ist. Der sich selbst erregende Apparat ist besonders für Versuche mit Kathodenstrahlen ein äußerst schätzbares Mittel, um einen Leiter auf konstanter Spannung gegen Erde zu erhalten, und in dieser Beziehung durch

den Funkeninduktor nicht zu ersetzen. Daß die Influenzmaschine in gewissem Sinne als Vorläuferin der Dynamomaschine gelten kann, hat Werner von Siemens anerkennend hervorgehoben.

Im Jahre 1868 übernahmen Sie die ordentliche Professur der Physik an der Universität Graz, wo Sie während einiger Jahre mit Ludwig Boltzmann zusammenwirkten; damit war einer jener für die Wissenschaft so glücklichen Fälle gegeben, in welchen zwei einander ergänzende Geister miteinander in Verbindung treten. Hier war die Frucht der Verbindung die wichtige Untersuchung über eine optische Methode, die Schwingungen tönender Luftsäulen zu analysieren; die Arbeit brachte u. a. das überraschende Ergebnis, daß Schallwellen, deren Amplitüde nur ein zehntel Wellenlänge grünen Lichtes beträgt, vom Ohr noch empfunden werden. Auch Ihre wertvollen Konstruktionen für Luftdämpfung bei Meßinstrumenten stammen aus dieser Periode.

Es war damals die Zeit, in welcher der Aufschwung der auf Physik und Chemie gegründeten naturwissenschaftlichen Technik die Regierungen veranlaßte, den naturwissenschaftlichen Studien durch Errichtung größerer Lehr- und Forschungsanstalten eine erhöhte Fürsorge zu widmen. Für die anderen physikalischen Institute ist das nach Ihren Plänen 1872—1875 errichtete Grazer Institut durch seine mustergültigen Einrichtungen vorbildlich geworden.

Zu derselben Zeit vertieften Sie sich in theoretische Untersuchungen, indem Sie die Fouriersche Reihendarstellung willkürlicher Funktionen und die Gausssche Theorie der Fundamentalpunkte eines zentrierten Systems brechender Kugelflächen in interessanter Weise verallgemeinerten.

Auch nachdem Sie im Jahre 1876 den Grazer Lehrstuhl mit dem Dresdener vertauscht hatten, hörten Sie nicht auf, die Wissenschaft durch Auffindung neuer Methoden zu bereichern, unter welchen besonders die Drucklibelle und die Anwendung der Wage zur Bestimmung der erdmagnetischen Horizontalkomponente die Aufmerksamkeit der Physiker in Anspruch nahmen.

Gar mancher eifrige Forscher hat das Schicksal, daß die von ihm eingeschlagenen und mit größter Ausdauer verfolgten Wege sich als weiterführend nicht erweisen und daher nicht verfolgt oder bald verlassen werden. Sie, verehrter Herr Kollege, werden an Ihrem heutigen Ehrentage von dem erhebenden Bewußtsein getragen, daß Sie kräftig und dauernd Weiterwirkendes geschaffen haben. Möge es Ihnen noch lange vergönnt sein, sich an den Früchten der reichen von Ihnen ausgestreuten Saat zu erfreuen.

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 16. Juni.

SITZUNGSBERICHTE

1910.

XXVII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

2. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Burdach las über Sinn und Ursprung der Worte »Renaissance« und »Reformation« (Fortsetzung und Schluss). (Ersch. später.)

Als wichtiger Vermittler des Gedankens der inneren Wiedergeburt und idealen Umformung wird Bonaventura gewürdigt, mit besonderer Rücksicht auf Dante. Die politische Seite des Begriffs der Reformation und Wiedergeburt wird in ihrer imperialistischen Bedeutung verfolgt und die Gestaltung des Begriffs in der Divina Commedia dargelegt.

2. Hr. Lüders legte vor die aus der Boppstiftung hervorgegangene Schrift von Max Walleser, Der ältere Vedānta. Geschichte, Kritik und Lehre. Heidelberg 1910.

Ausgegeben am 16. Juni.

SITZUNGSBERICHTE 1910.

DER XXVIII.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

2. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

Hr. F. E. Schulze las über die Bronchi saccales und den Mechanismus der Atmung bei den Vögeln. (Ersch. später.)

Bei den Vögeln wird der Gasaustausch zwischen Blut und Luft in der Lunge nicht nur durch einfaches Einziehen und Ausstoßen der äußeren Luft bewirkt, wie bei den Säugetieren, deren Lunge mit blindsackförmig endigenden Respirationsräumen versehen ist, sondern es findet auch ein Durchströmen der aufgenommenen Luft durch die allseitig kommunizierenden und in ihren letzten feinsten Enden sogar netzförmig verbundenen Lufträume der Lunge sowie außerdem noch ein regelmäßiger Austausch mit der in den großen Luftsäcken enthaltenen Luft statt. Für diesen letzteren Vorgang sind von wesentlicher Bedeutung die von dem Vortragenden entdeckten rückläufigen oder sakkalen Bronchen, welche sich bei fast allen untersuchten Vögeln an den drei hinteren Luftsackpaaren, also dem Saccus abdominalis, postthoracalis und praethoracalis, bei den Ardeiden sowie bei *Struthio*, *Rhea* und *Casuarius* aber auch noch beim Saccus clavicularis finden. Dem paarigen vorderen Luftsacke, dem Saccus cervicalis fehlen solche Bronchi saccales stets.

Wenngleich der bei den Säugetieren so kräftig ausgebildete Mechanismus der Zwerchfellatmung bei den Vögeln wegen der weit schwächeren Ausbildung der betreffenden Muskulatur sehr zurücktritt, fehlt er doch keineswegs. Freilich bildet das Diaphragma bei den Vögeln kein Kuppelgewölbe wie bei den Säugetieren, wohl aber ein Tonnengewölbe, dessen Stützkanten für jede einzelne Lunge an der Ventralseite der Wirbelsäule einerseits und an der Rippenursprungslinie der betreffenden Reihe von Zwerchfellsmuskeln anderseits liegen. Durch Kontraktion dieser letzteren wird das mit der Ventralfläche der Lunge fest verwachsene Diaphragma flach ausgespannt, also die mit ihrer Dorsalfläche an dem stark gewölbten Rippenkorb befestigte Lunge erweitert. Diese Wirkung der Zwerchfellmuskulatur kommt besonders dann zur Geltung, wenn durch die Bauchpresse die Ventralfläche der Lunge stark eingebaucht ist und nun bei der Flachspannung des Zwerchfells die Luftsackluft durch die betreffenden Ostien in die Lunge gepreßt wird. Eine direkte Erweiterung der vorderen (rostralen) Lungenpartie geschieht durch den M. sternipulmonalis, welcher vom Proc. lat. ant. sterni entspringt und dorsal zum Vorderrande des Ostium claviculare zieht.

Weit kräftiger als durch alle diese Einrichtungen erfolgt jedoch die Dilatation der Lunge mittels Erweiterung des ganzen Brustkorbes durch folgende (Inspirations-) Muskeln: M. scalenus I und II, Mm. levatores costarum, M. serratus anticus major

und minor, Mm. intercostales, Mm. interappendiculares, Mm. sternicostales und M coraco-costalis.

Die zur Expiration führende Verengerung des Brustkorbes wird bei ruhigem Atmen nahezu vollständig durch die Elastizität des nach der aktiven Dilatation in seine Ruhelage zurückkehrenden Thorax erreicht, kann aber bei kräftigem Atmen auch noch durch die Bauchpresse mittels des M. obliquus abdominis ext. und int. und des M. transversus abdominis jeder Seite sowie durch das Zurückziehen der Rippen mittels des M. serratus profundus jeder Seite verstärkt werden.

Der morphologische Nachweis des Methämoglobins im Blut.

Von Prof. Dr. G. Krönig
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Waldeyer am 25. Juli 1907 [s. Jahrgang 1907 S. 743].)[1]

Hierzu Taf. IV.

Seit den bahnbrechenden Untersuchungen Marchands[2] über die anatomischen Blutbefunde an Kali chloricum-Vergiftung Verstorbener, denen sich dann die intra vitam vorgenommenen Blutuntersuchungen experimentell mit Kali chloricum vergifteter Hunde angeschlossen hatten, kennen wir den groben Chemismus der im Blute sich abspielenden Vorgänge im allgemeinen recht genau.

Wir wissen, daß durch das Kali chloricum und eine Reihe anderer Stoffe (Pyrogallol, Nitrobenzol, Antifebrin, Phenacetin, Phenocoll, Lactophenin, Maretin usw.) das Oxyhämoglobin in das von Hoppe-Seyler[3] seinerzeit entdeckte Methämoglobin umgewandelt wird.

Das Methämoglobin ist nach Hüfner und Külz[4] eine Verbindung von Sauerstoff und Hämoglobin, in welcher quantitativ genau so viel Sauerstoff enthalten ist wie im Oxyhämoglobin, sich jedoch darin vom Oxyhämoglobin unterscheidet, daß diese Verbindung eine bei weitem festere ist als im Oxyhämoglobin und nach Maßgabe dieser Festigkeit eine wesentliche Behinderung im Gasaustausch des Blutes bedingt.

---

[1] Die infolge großer technischer Schwierigkeiten ungewöhnlich verzögerte Herstellung der Tafel sowie eigenes längeres Kranksein erklären die Verspätung der Publikation.

[2] Marchand, Über die Intoxikation durch chlorsaure Salze (Virchows Arch. Bd. 77). — Derselbe, Über die giftige Wirkung der chlorsauren Salze zur Erwiderung an B. J. Stockvis in Amsterdam (Arch. f. exper. Pathologie u. Pharmakologie, Bd. 22, 23).

[3] Hoppe-Seyler, Zentralbl. f. d. medizin. Wissenschaften 1864, Nr. 53; Medizinisch-chem. Untersuchungen S. 378; Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. II, S. 149.

[4] Hüfner und Külz, Zeitschr. f. physiol. Chemie.

Der feinere Chemismus aber, der uns Auskunft darüber geben könnte, wie und wo diese Umwandlung des Oxyhämoglobins in Methämoglobin vonstatten geht, war uns trotz all der bisher geleisteten Arbeit noch vollkommen verschlossen, und ich kann Kunkel[1] nur beipflichten, wenn er der Ansicht Ausdruck gibt, daß erst eine bestimmte, noch unbekannte Veränderung an den roten Körperchen sich vollziehen muß, bevor die Methämoglobinbildung beginnt. Zur Zeit sei von einer vollen Erklärung des Vergiftungsbildes noch keine Rede. Für die Diagnose ist nach Kunkel die gewöhnliche spektroskopische Untersuchung noch ungenügend, da man mit ihr bis zu 40 Prozent Methämoglobin in einer Blutprobe übersehen könne.

Unter diesen Umständen ist es gewiß angebracht, die mikroskopischen Vorgänge, obwohl auch sie nach den verschiedensten Richtungen hin bereits durchforscht worden sind (Marchand, Riess, Ehrlich, Krönig, Jacob u. a.), noch einmal näher ins Auge zu fassen, zumal ich einiges Neue zu bringen habe.

Die mikroskopischen Vorgänge, die bei der Bildung von Methämoglobin sich abspielen, bzw. ihr vorangehen, sind offenbar verschieden: das eine Mal berichtet Marchand von Auflösungserscheinungen, die er im Innern der roten Körperchen angetroffen, die begleitet waren von dem Auftreten eines dunkelroten, braunroten bis sepiabraunen Farbentons des Blutes, und in denen er die für das Methämoglobin charakteristischen Absorptionsstreifen zwischen *C* und *D* im Spektrum nachweisen konnte.

Dann wiederum fehlen nach ihm trotz des spektroskopischen Nachweises angeblich jegliche Veränderungen in den Erythrocyten, oder die letzteren zeigen nur Falten- oder Kappenformen, während Auflösungserscheinungen gänzlich vermißt werden.

Das Fehlen histologischer Veränderungen an den Erythrocyten ist nun trotz Dittrich[2], der das Methämoglobin »in den anscheinend intakten Blutkörperchen« vermutet, meines Erachtens in hohem Maße auffallend, um so auffallender, als es ja doch die roten Körperchen sind, die das Material zur Methämoglobinbildung liefern. Es war deshalb von vornherein wahrscheinlich, daß zumal bei Anwendung der heutigen modernen Blutuntersuchungsmethoden gleichwohl Veränderungen sich demonstrieren lassen müßten, vorausgesetzt natürlich, daß die Vorgänge im Blut nicht derart leicht oder derart schnell abliefen, daß es nur ein Produkt des Zufalls wäre, wenn wir überhaupt Befunde erheben könnten.

Gerade auf hämo-toxikologischem Gebiete haben uns die Ehrlichschen Blutfärbungsmethoden viel Nutzen gebracht, und ich muß des-

[1] Kunkel, Handb. d. Toxikologie. 1899.
[2] Dittrich, Archiv f. exp. Pathol. Bd. 29.

halb eine toxikologisch-histologische Blutuntersuchung, die außer dem nativen Blutpräparat nicht auch das gefärbte Trockenpräparat berücksichtigen wollte, als nicht ausreichend erklären, bin somit auch nicht in der Lage, die bisherigen Blutuntersuchungen, die diesem Punkte nicht gerecht geworden bzw. nicht gerecht werden konnten, als vollgültig anzusehen, ebenso wie ich auch umgekehrt eine Untersuchung, die nur das Trockenpräparat berücksichtigte, das native Blutpräparat aber unberücksichtigt ließe, gleichfalls als nicht beweisend ansehen würde.

Während nun fast alle bisherigen Beobachter (ausgenommen Kunkel) die Methämoglobinbildung sich im Innern der roten Körperchen vollziehen lassen, während ferner vielfach in den Marchandschen Arbeiten von intakt gebliebenen roten Blutkörperchen die Rede ist, reden hier die gefärbten Trockenpräparate, soweit meine eigenen und zum Teil auch fremde Beobachtungen reichen, doch eine andre Sprache.

Man sieht in gefärbten Blutpräparaten, sei es, daß man Methylenblau-Eosin-, Hämatoxylin-Eosin-, Triacidfärbung zur Anwendung bringt, erstens, daß tatsächlich sogar recht geringfügige histologische Veränderungen zu prägnantem Ausdruck gelangen können, zweitens, daß innerhalb der roten Körperchen selbst wohl niemals eine Bildung von Methämoglobin eintritt.

Schon Marchand hatte, wie oben hervorgehoben, Falten- und Kappenformen der Erythrocyten beobachtet, sie indes als bedeutungslose Gebilde hingestellt, die mit der Methämoglobinbildung nichts zu tun hätten. Diese Gebilde sind nun auf Grund meiner Untersuchungen über Maretinvergiftung[1] keineswegs als unwichtige Dinge zu bezeichnen. Wenn ich auch nicht beweisen kann, daß dieselben mit der Methämoglobinbildung in näherem Zusammenhang stehen, so vollzogen sich doch in meinem übrigens zur Heilung gelangten Falle schwerer Maretinvergiftung gerade unter diesem Bilde die sehr auffälligen Auflösungserscheinungen an den roten Blutkörperchen, während von der bekannten tropfenförmigen Auflösung des Hämoglobins nichts zu bemerken war.

Sehen wir uns nun die beiden, den nachfolgenden Ausführungen zugrunde liegenden Abbildungen, in welchen ich die mikroskopischen Befunde in je zwei Fällen von Kalichloricumvergiftung und je einem Fall von Phenacetinvergiftung[2] fixiert habe, näher an:

Von vornherein sei bemerkt, daß die Abbildungen von gefärbten Trockenpräparaten stammen. Die Präparation war die bekannte übliche, d. h. das Blut wurde in dünnen Schichten auf Deck-

[1] Krönig, Über Maretinvergiftung (Medizinische Klinik. 1905, Nr. 26).

[2] Krönig, Phenacetinvergiftung mit tödlichem Ausgange (Berl. Klin. Wochenschr. 1895, Nr. 46).

gläschen ausgestrichen, getrocknet und zwei Stunden hindurch bei einer Temperatur von 120° vorsichtig[1] fixiert. Dann wurden die verschiedensten Färbungen vorgenommen, vor allem aber Färbungen mit Methylenblau-Eosin (Fig. 1) sowie mit sauerem Hämatoxylin-Eosin (Fig. 2).

Es ist nötig, die **Art** der Färbung hier besonders zu betonen, da, wie wir später erfahren werden, gewisse Differenzen im Aussehen der Körner und Klümpchen auf die Art der Färbung zurückgeführt werden müssen.

Das Hämoglobin (Fig. 1) befindet sich in den verschiedensten Stadien der Lösung, d. h. Trennung von seinem Stroma; manche Figuren lassen die ersten Andeutungen erkennen, manche zeigen vorgeschrittene Stadien. Aber welchen Grad auch die Auflösung zeigen mag, überall sehen wir die Hämoglobintröpfchen und Klümpchen in schön roter Färbung, d. h. in der dem gesunden normalen Protoplasma zukommenden Eosinfarbe, nur in wohl etwas gesättigterem Ton[2].

Dieser Befund ist offenbar die Regel; sollte es Ausnahmen geben, so müssen sie extrem selten sein und können dann praktisch kaum in Betracht kommen.

---

[1] Zur Darstellung feinerer histologischer Vorgänge im Blut kann von den Fixationsmethoden allein die Ehrlichsche Hitzefixation in Betracht kommen. Indes die Methode ist diffizil und erfordert viel Übung und Vorsicht, will man sich vor hämatologischen Kunstprodukten schützen. Die einfache Erhitzung der Präparate auf der Kupferplatte gewährt diesen Schutz nicht, und so habe ich eine Verbesserung der Methode angestrebt. Die Verbesserung besteht in der Herstellung eines Heißluft-Sandbades. Die Anordnung ist dabei so getroffen, daß 1. der eigentliche Heizkörper nicht die Flamme selbst ist, sondern vielmehr eine durch die Flamme erst zum Glühen gebrachte kleine Heizplatte, von welcher die Wärmestrahlen zunächst eine 1—2 cm hohe Sand- und dann eine noch etwas höhere Luftschicht durchdringen müssen, um zu den mit dem fraglichen Blut beschickten Deckgläschen zu gelangen; daß 2. zur grundsätzlichen Vermeidung einer Berührung zwischen Deckgläschen und Metall das Luftbad selbst ganz aus Glas hergestellt ist, desgleichen auch der zur direkten Aufnahme der Deckgläschen im inneren Zylinder des Luftbades aufgestellte Sockel; daß 3. zur Ermöglichung einer guten Zirkulation der erhitzten Luftschicht zwischen Außen- und Innenzylinder des mit Thermometer versehenen Luftbades reichliche Kommunikationsöffnungen an letzterem angebracht sind.

[2] Ehrlich bezeichnet das, was ich hier mit Boström »Hämoglobintröpfchen« nenne, als »hämoglobinämische Innenkörper«. Ich bin einig mit ihm in der Anschauung, daß wir es hier mit Hämoglobin in widerstandsfähigerer Form zu tun haben, leite aber meinerseits diese gesteigerte Widerstandsfähigkeit nicht, wie Ehrlich es tut, von einer chemischen Veränderung des Hämoglobins her, sondern lediglich von einer mechanischen Veränderung des Stromas. Es besteht dieselbe offenbar in einem festeren Zusammenschluß übriggebliebener Stromareste, die als Träger des Hämoglobins tinktoriell dann stärker in die Erscheinung treten müssen als innerhalb des intakten Stromas, das im Innern des roten Körperchens vermutlich über seinen elastischen Gleichgewichtszustand hinaus ausgespannt ist.

Daraus geht mit absoluter Sicherheit hervor, daß diese innerhalb des Zelleibs der Erythrocyten befindlichen roten Klümpchen nur Hämoglobin-, nicht aber Methämoglobinklümpchen sein können.

Etwas anders aber liegt die Sache (Fig. 1) mit denjenigen Klümpchen, die wir außerhalb des Zelleibs der roten Körperchen antreffen. Im Blutplasma sehen wir Klümpchen und Körnchen, die zum Teil durch ihr schön rotes Aussehen noch die reine Hämoglobinfärbung erkennen lassen und sich somit gleichfalls als extrazelluläre Hämoglobinklümpchen dokumentieren. Ein Teil derselben scheint eine Zeitlang im Blute frei herumzuschwimmen, um alsdann in einem der großen drüsigen Organe (Leber, Milz, Niere) stecken zu bleiben oder ausgeschieden zu werden, ein anderer Teil aber wird von den weißen Körperchen aufgenommen und in den peripheren Schichten derselben abgelagert. Hier in den weißen Körperchen nun, die mehr oder weniger Quellungserscheinungen darbieten, finden wir, und zwar in vakuolisierten Protoplasmalücken der Peripherie Ablagerungen dunkelgelbbrauner bis dunkelgraubrauner Körperchen von rundlich eckiger und rundlich ovaler Gestalt. Diese Körperchen zeigen nicht unerhebliche Größenunterschiede, differenzieren sich aber intensiv von den schön rotgefärbten Hämoglobinklümpchen.

Welcher Natur sind dieselben? Zunächst geben die Pigmente mit Ferrozyankalium und Salzsäure behandelt, keine Eisenreaktion und scheiden so von vornherein aus der Gruppe der Hämosiderine aus. Salkowsky, der die Präparate vom chemischen Standpunkte aus einer sehr eingehenden Durchsicht unterzogen, schließt aus mehrfachen Gründen Hämatin aufs bestimmteste aus. Es bliebe somit — freilich unter Voraussetzung der Richtigkeit der Salkowskyschen Ansicht — nur das Methämoglobin übrig, das nach Form und Aussehen mit dem Methämoglobin, wie wir es gelegentlich in andern Organen antreffen (z. B. in den Methämoglobininfarkten der Niere), durchaus übereinstimmt, und das mit mir auch Salkowsky als im vorliegenden Falle allein in Betracht kommend bezeichnet.

In scheinbarem Widerspruch hierzu steht Fig. 2, das Bild eines mit sauerem Hämatoxylin-Eosin gefärbten Präparates: In der Peripherie der weißen Körperchen sehen wir hier teilweise meist stark ausgelaugte rote Körperchen selbst, dann wieder nur Hämoglobinklümpchen, beide in noch normaler oder nur leicht veränderter Hämoglobinfärbung. Dann folgen Körperchen, meist rundlich oder oval, welche die rote Hämoglobinfarbe in etwas verwaschenem Ton zeigen, weiter solche, deren Färbung bereits eine deutliche Mischung von rot und braun bzw. gelb erkennen läßt, und schließlich rein gelbe, ja bräunlichgelbe bis dunkelbraun gefärbte Klümpchen. Auch außerhalb der weißen

Körperchen sehen wir die gleichen Klümpchen, letztere aber meist umrandet und eingeschlossen von Protoplasmaresten, die bei genauerem Zusehen sich als von den weißen Körperchen losgesprengt erweisen. Alles in allem also, fließende Übergänge zwischen roten Blutkörperchen, Hämoglobintröpfchen und gelbbraunen Pigmentklümpchen, oder mit anderen Worten: Derivate von aufgenommenen roten Körperchen selbst oder von Hämoglobinklümpchen.

Über die Natur dieser Derivate ins Klare zu kommen, ist zweifellos nicht ganz leicht.

Während schon die Farbe der in Fig. 1 beschriebenen Körperchen von vornherein eine weitgehende Übereinstimmung zeigt mit der aus der pathologischen Anatomie uns gut vertrauten Methämoglobinfärbung ganzer Organe, so ist die Färbung der hier in Rede stehenden Pigmentklümpchen doch eine andere. Sie ist heller, auch sind die Klümpchen größer, und ich muß mir somit in der Beurteilung dieser Frage eine gewisse Reserve auferlegen. Immerhin ist folgende Deduktion maßgebend: Da wir das Hämatin und das Hämosiderin mit Recht ausschließen, so kann trotz hellerer Färbung der Klümpchen gleichwohl nur das Methämoglobin in Betracht kommen. Aber es ist nicht das Methämoglobin wie es uns in Fig. 1 entgegentritt, sondern ein offenbar verändertes Methämoglobin.

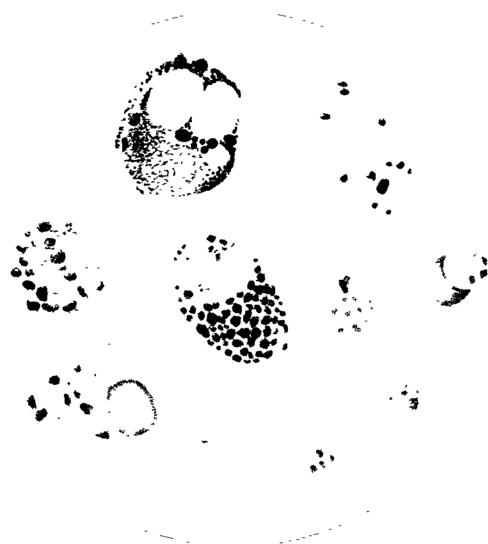
Aber was soll hier verändernd auf das Methämoglobin eingewirkt haben? Während die färberische Einwirkung der beiden Farblösungen auf das Methämoglobin als solche, wenn überhaupt, wohl nur eine geringfügige sein dürfte, so anders der chemische Charakter des Farbgemisches: Wir haben es nämlich in Fig. 1 mit einer alkalischen Farblösung, (einer Eosinmethylenblau-Mischung) zu tun, in Fig. 2 dagegen mit der sehr stark sauer wirkenden Ehrlichschen Hämatoxylin-Eosinlösung. Wenn letztere nun freilich auch kaum imstande sein dürfte, an gut fixierten Präparaten gröbere histologische Veränderungen hervorzurufen, so sind feinere Veränderungen jedoch, die hierdurch bedingt sein könnten, gewiß nicht von der Hand zu weisen. Ich stehe deshalb nicht an, anzunehmen, daß die bei fast gleicher Vergrößerung gezeichneten, aber in den Hämatoxylin-Eosin-Präparaten dennoch größer erscheinenden Pigmentklümpchen entweder als das Produkt ganz leichter Quellungserscheinungen aufzufassen sind, und auch die deutlich hellere Färbung der letzteren auf den gleichen Einfluß zurückzuführen ist, oder aber, daß wir es hier, was in jeder Hinsicht wahrscheinlicher, mit dem morphologischen Ausdruck des schon von Marchand spektroskopisch unterschiedenen alkalischen (Fig. 1) und saueren (Fig. 2) Methämoglobins zu tun haben, wobei mit der chemischen Umwandlung der Pigmente zugleich Quellungszustände in denselben verbunden sein dürften.

Im übrigen muß ich auf kleine Differenzen in den Figuren 1 und 2 hinweisen, auf Differenzen indes, die mehr oder weniger Sache des Zufalls sein dürften. Im Gegensatz zu Fig. 2 sieht man nämlich in Fig. 1 weder rote Körperchen, noch auch Hämoglobinklümpchen innerhalb des Protoplasmas der weißen Körperchen liegen. Im großen ganzen sehen wir aber auch hier, wie die dunkelgelbbraunen bis tiefbraunen Klümpchen in ihren Dickenverhältnissen ebenfalls schwanken, indes von den schön rot gefärbten Hämoglobinklümpchen deutlich unterschieden sind. Ob die in Fig. 1 extrazellulär gezeichneten dunkelbraunen Methämoglobinklümpchen in Wirklichkeit so freiliegen, wie die Zeichnung sie schildert, will ich angesichts obiger Erörterungen nicht ohne weiteres bejahen. Möglich ist es immerhin, indes kann es auch sein, daß etwaige Protoplasmareste der weißen Körperchen färberisch hier so wenig hervortreten, daß sie nicht gesehen werden können, vielleicht auch, daß die protoplasmatischen Bestandteile derjenigen Stellen, die die Klümpchen ursprünglich beherbergt haben, derartig zerfallen sind, daß jede Spur der Ursprungsstätte ausgelöscht ist.

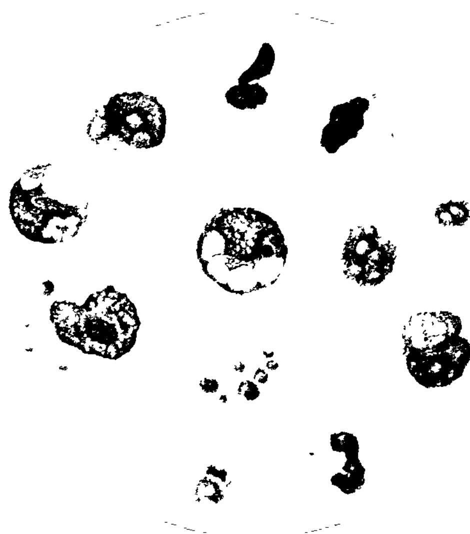
Was nun die Frage der Methämoglobinbildung innerhalb der Blutbahn anbelangt, so vollzieht sich dieselbe, wie ich glaube, in folgender Weise: Da eine Methämoglobinbildung meines Erachtens nur durch Läsion der roten Körperchen auf dem Wege der Auslaugung des Hämoglobins zustande kommt, so müssen die roten Körperchen auch stets in dieser oder jener Form, wenn auch nur leichte Läsionen erkennen lassen, falls der Vorgang sich nicht in zu milder oder zu schneller Weise abspielt. Ist die Auslaugung eine derartige, daß das gesamte Hämoglobin des Körperchens in **Lösung** übergeht, so werden wir das Auftreten von Hämoglobinklümpchen natürlich vermissen und Hand in Hand damit auch das Auftreten von Methämoglobinklümpchen. Es wird sich unter solchen Umständen der histologische Nachweis einer Methämoglobinämie als unmöglich erweisen, während umgekehrt der spektroskopische Nachweis mit Leichtigkeit gelingen wird. Aber auch das Umgekehrte wird vorkommen können, und kommt, wie ich selbst erfahren, tatsächlich vor: Handelt es sich nämlich um Auflösungsvorgänge der roten Körperchen geringeren Umfangs, so muß entsprechend der geringeren Bildung von Hämoglobinklümpchen der Übergang der letzteren in die Blutbahn quantitativ um so spärlicher ausfallen. Werden dieselben nun von den weißen Körperchen aufgenommen, so kann sich innerhalb der letzteren der Übergang in **Methämoglobin** vollziehen und so histologisch der Nachweis einer Methämoglobinämie da ermöglicht werden, wo spektroskopisch dieser Nachweis gänzlich fehlschlägt. Ein solches Beispiel

demonstriert Taf. IV, Fig. 1. Dieselbe stellt ein Kombinationsbild dar und zeigt u. a. eine — genau in der Mitte des Bildes gelegene — große mononukleäre, mit Methämoglobinklümpchen ganz vollgestopfte Zelle aus dem Blute einer mit Kali chloricum vergifteten weiblichen Person, in welchem weder Hrn. Geheimrat Salkowskys noch meine eigenen sehr eingehenden spektroskopischen Untersuchungen auch nur andeutungsweise einen Methämoglobinstreifen zu entdecken vermochten.

Ausgegeben am 16. Juni.



1.



2.

G. Krönig: Der morphologische Nachweis des Methämoglobins im Blut.

Fig. 1.

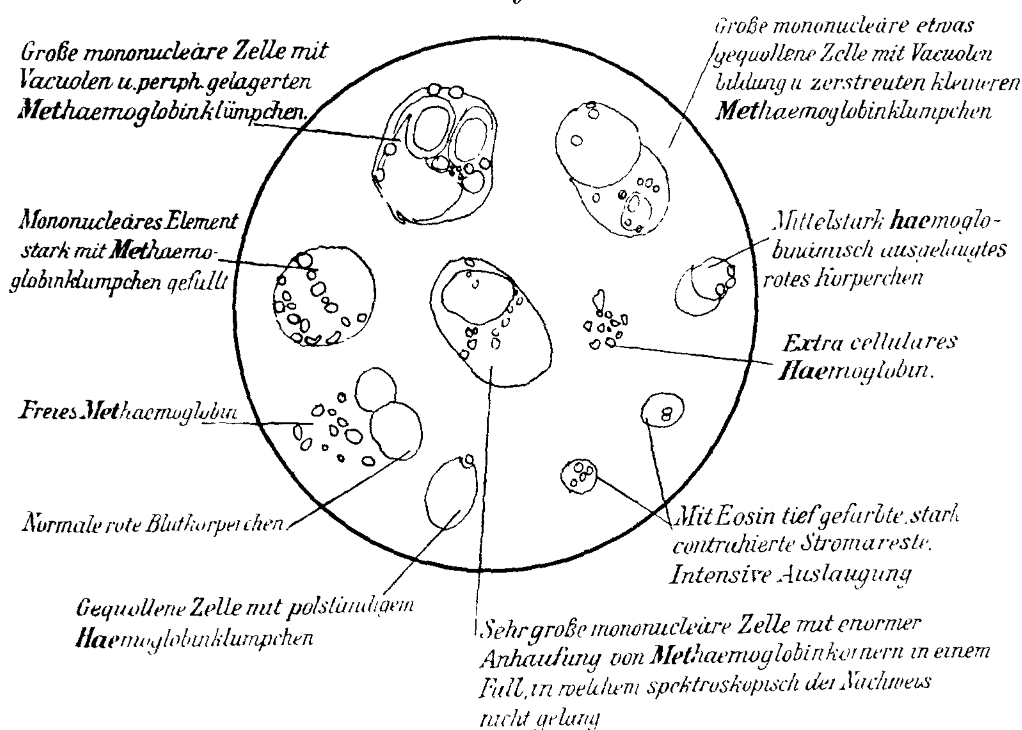
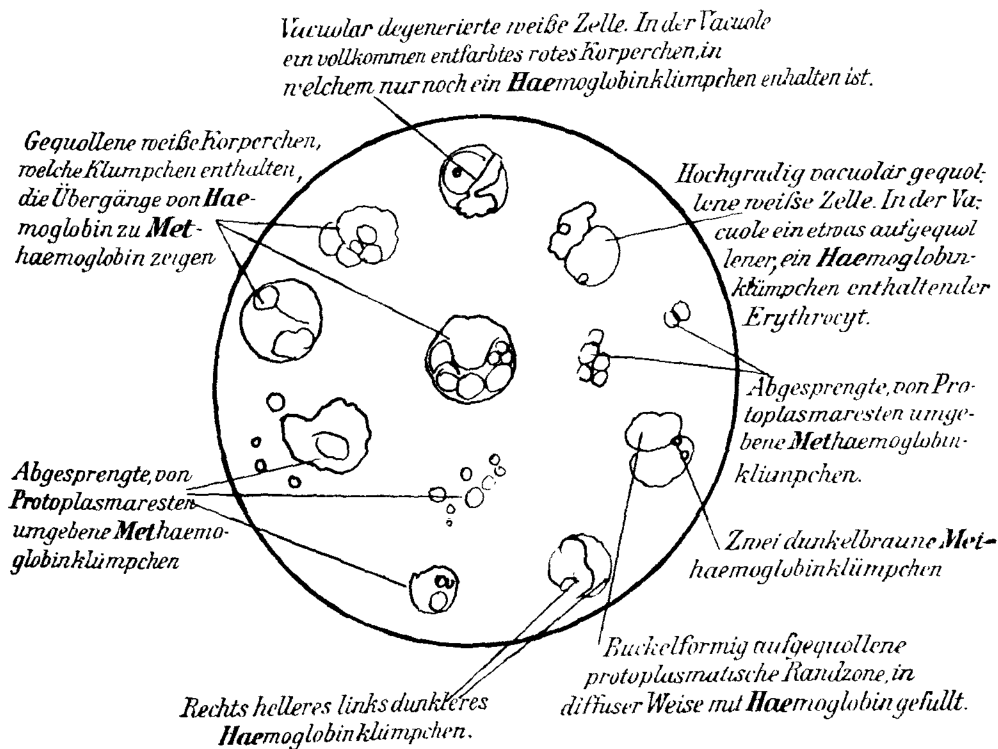

Große mononucleäre Zelle mit Vacuolen u. periph. gelagerten Methaemoglobinklümpchen.
Große mononucleäre etwas gequollene Zelle mit Vacuolenbildung u. zerstreuten kleineren Methaemoglobinklumpchen
Mononucleäres Element stark mit Methaemoglobinklumpchen gefullt
Mittelstark haemoglobinämisch ausgelaugtes rotes Körperchen
Extra cellulares Haemoglobin.
Freies Methaemoglobin
Normale rote Blutkörperchen
Mit Eosin tief gefärbte, stark contrahierte Stromareste. Intensive Auslaugung
Gequollene Zelle mit polständigem Haemoglobinklumpchen
Sehr große mononucleäre Zelle mit enormer Anhäufung von Methaemoglobinkörnern in einem Fall, in welchem spektroskopisch der Nachweis nicht gelang

Fig. 2.


Vacuolar degenerierte weiße Zelle. In der Vacuole ein vollkommen entfarbtes rotes Körperchen, in welchem nur noch ein Haemoglobinklümpchen enthalten ist.
Gequollene weiße Körperchen, welche Klumpchen enthalten, die Übergänge von Haemoglobin zu Methaemoglobin zeigen
Hochgradig vacuolär gequollene weiße Zelle. In der Vacuole ein etwas aufgequollener, ein Haemoglobinklümpchen enthaltender Erythrocyt.
Abgesprengte, von Protoplasmaresten umgebene Methaemoglobinklümpchen.
Abgesprengte, von Protoplasmaresten umgebene Methaemoglobinklümpchen
Zwei dunkelbraune Methaemoglobinklümpchen
Buckelförmig aufgequollene protoplasmatische Randzone, in diffuser Weise mit Haemoglobin gefüllt.
Rechts helleres links dunkleres Haemoglobinklümpchen.

1910.
XXIX.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

9. Juni. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Roethe las über Briefe der Sophie Laroche und Wieland's an die Gräfin Elisabeth von Solms-Laubach. (Ersch. später.)

Die 355 Briefe der Laroche reichen von 1783—1807, die 43 Briefe Wieland's, die Ludwig Wieland nur sehr unzuverlässig, lückenhaft und in Auswahl veröffentlicht hat, von 1807—1812. Besonderes Interesse haben die Culturbilder, die die Briefe der Laroche aus dem Leben des rheinischen Adels zur Zeit der Revolutionskriege und Napoleon's geben.

2. Hr. Harnack legte eine Abhandlung vor unter dem Titel: »Ostiarius«.

In der Abhandlung wird auf Grund einer jüngst entdeckten Inschrift gezeigt, dass »Ostiarius«, bevor es kirchliche Amtsbezeichnung wurde, bereits der Name für eine militärische Charge — und zwar für eine nicht ganz niedrige — gewesen ist.

3. Hr. Rubens legte eine Untersuchung vor über die Structur der γ-Strahlen von Hrn. Privatdocenten Dr. Edgar Meyer in Aachen. (Ersch. später.)

Die theoretische Betrachtung lehrt, dass die sogenannten Schweidler'schen Schwankungen des Sättigungsstromes, welchen man in einem von γ-Strahlen getroffenen Luftcondensator beobachtet, sich bei theilweiser Abblendung des γ-Strahlenbündels in verschiedener Weise ändern müssen, wenn die γ-Strahlen Quanten-Charakter besitzen oder wenn sie von Impulsen herrühren, welche sich im Äther nach der Undulationstheorie des Lichts ausbreiten.

Die Ergebnisse zahlreicher Schwankungsmessungen, welche der Verfasser bei verschiedener Blendung des γ-Strahlenbündels ausgeführt hat, sprechen entschieden zu Gunsten des Quanten-Charakters der γ-Strahlen, wobei jedoch die Frage offen bleibt, ob diese Quanten materieller Art sind oder nicht.

4. Die Akademie hat dem correspondirenden Mitglied ihrer physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Julius von Wiesner in Wien zu seinem fünfzigjährigen Doctorjubiläum am 3. Juni eine Adresse gewidmet, deren Wortlaut unten folgt.

5. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: von Hrn. Koser ein neu ausgegebener Band der Monumenta Germaniae historica, Tom. V

der Scriptores rerum Merovingicarum. Hannoverae et Lipsiae 1910: von Hrn. Hertwig die 9. Aufl. seines Lehrbuchs der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere. Jena 1910; von Hrn. Diels Bd. 2, Hälfte 2 der 2. Aufl. seiner Fragmente der Vorsokratiker, enthaltend den von Walther Kranz verfassten Wortindex. Berlin 1910; endlich zwei Strassburger Inaugural-Dissertationen, welche Ergebnisse der von Hrn. Bücking mit Unterstützung der Humboldt-Stiftung unternommenen geologischen und petrographischen Erforschung des Rhöngebirges enthalten: F. Kallhardt, Geologische Beschreibung der Umgegend von Spahl in der Rhön. Berlin 1909 und W. Wagner, Geologische Beschreibung der Umgebung von Fladungen vor der Rhön. Berlin 1909.

Die Akademie hat das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Robert Koch am 27. Mai durch den Tod verloren.

„Ostiarius“.

Von Adolf Harnack.

In den »Texten und Untersuchungen zur Geschichte der altchristlichen Literatur« Bd. 2 H. 5 (1886) habe ich den Ursprung des Lektorats und der anderen niederen Weihen in der Kirche nachzuweisen versucht. Ich habe gezeigt, daß der Akoluth (»Sequens«) und der Pyloros (»Ostiarius«) erst kurz vor der Mitte des 3. Jahrhunderts nachweisbar sind, aber auch nicht viel höher hinauf datiert werden dürfen, da Tertullian und Hippolyt sie noch nicht kennen. Die ältesten Zeugnisse für sie finden sich in einem Brief des römischen Bischofs Cornelius an den Bischof Fabius von Antiochia vom Jahre 250 (Euseb., h. e. VI, 43, 11) und bei Cyprian; doch nennt Cyprian (wahrscheinlich zufällig) den Ostiarius nicht. Er findet sich aber auch in einer glaubwürdigen Angabe des Liber Pontificalis in der Vita Xysti II (zum Jahre 258): »post eum passus est .... Crescentius lector et Romanus ostiarius«[1].

Daß das Amt des Ostiarius und des Akoluthen in der ältesten Geschichte der Kirche keine Vorstufen gehabt hat (anders die Ämter der Subdiakonen, Exorzisten und Lektoren), sondern aus neuen Bedürfnissen der Kirche entstanden ist, habe ich ebenfalls in jener Abhandlung gezeigt. Diese neuen Bedürfnisse mußten sich einstellen, seitdem es eigene Kirchengebäude gab (also seit der Zeit um das Jahr 200), welche Aufsicht, Pflege usw. erforderten, und seitdem sich die Würde des Bischofs und der Presbyter so gesteigert hatte, daß sie Diener bedurften. Indem sich aber diese Nötigungen einstellten, rückten die höheren christlichen Kleriker den heidnischen Priestern mindestens äußerlich näher, und die christlichen Gotteshäuser den heidnischen Tempeln. Die heidnischen höheren Priester besaßen schon längst ein Dienstpersonal und unter diesem »Calatores«, freie oder freigelassene Leute, nicht Sklaven (für den persönlichen Dienst jedes

[1] In der Vita des Papstes Gajus (283—296) heißt es dann im Lib. Pontif.: »hic constituit ut ordines omnes in ecclesia sic ascenderetur [sic]: si quis episcopus mereretur, ut esset ostiarius, lector, exorcista, sequens, subdiaconus, diaconus, presbiter.« Die Praxis läßt sich schon aus den Briefen Cyprians belegen.

Mitgliedes des priesterlichen Kollegiums je einen). Diesen »Calatores« entsprechen die kirchlichen »Akoluthen«. In den Tempeln aber gab es »Aeditui ministri«, welche das Gebäude zu öffnen und zu schließen, das Heiligtum zu reinigen, die befugten Personen zuzulassen hatten usw. Diesen Aeditui scheinen die kirchlichen »Ostiarii« zu entsprechen.

Indem die Kirche, durch den Gang ihrer Entwicklung bestimmt, etwas den heidnischen Ämtern Analoges rezipierte, hat sie es aber abgelehnt, die neuen Ämter mit den für sie gebräuchlichen Namen zu bezeichnen: nicht Calatoren und Aeditui setzte sie bei sich ein[1], sondern Akoluthen und Ostiarii, beides Bezeichnungen, die meines Wissens in der Kultsprache nicht vorkamen oder jedenfalls dort nicht technisch waren. Sie entstammen also dem profanen Sprachgebrauch des Tages — wenigstens mußte man bisher so annehmen; denn weder für »Akoluthus« noch für »Ostiarius« ließ sich bisher neben der ganz allgemeinen eine bestimmte technische Bedeutung nachweisen: wie die Kirche einst die Bezeichnungen »Bischof«, »Presbyter«, »Diakon« für ihre Amtsträger ausgewählt hatte — sämtlich Bezeichnungen, die der heidnischen Kultsprache als technische fernlagen und deren Sinn bis dahin ein ganz allgemeiner war —, so hat sie auch jetzt nach den neutralen Worten »Akoluth« und »Ostiarius« gegriffen.

Allein jüngst ist eine Inschrift publiziert worden, die da zeigt, daß das Wort »Ostiarius« neben seiner allgemeinen (niedrigen) Bedeutung doch noch eine ganz spezielle und höhere besessen hat. Die Inschrift stammt nach Hrn. Cagnat aus dem Anfang des 3. Jahrhunderts, und dieses Datum läßt sie uns um so wichtiger erscheinen.

Hr. Véran, Architekt der historischen Monumente in Arles, hat »dans les bâtiments de l'ancien collège« folgende Inschrift entdeckt[2]:

M · AVR · PRISCO
P · P · V · E ·) · FRVMENTA
RIO · CANALICVLA
RIO · OSTIARIO PRAE
F · F · PRAETT · E · E · M · M · V · V ·
PRIMISCRINIO · CAS
TRORVM · PRAETT
M · IVL · EVTYCHES · EQ · R
OB · MERITA · ERGA SE · EIVS
AMICO · INCOMPARABILI
L · D · D · D ·

[1] Im 5. Jahrhundert (ältestes Zeugnis bei Paulin v. Nola, ep. 1) und später rezipiert die Kirche auch den Namen »aedituus«, weil er nicht mehr irreführend war.

[2] Acad. des Inscr. et Bell.-Lettr., Compt. rendus 1910, Bulletin de Mars S. 106f.

»Ostiarius« und »Primiscrinius« begegnen uns als militärische Chargen auf Inschriften (auch in der Literatur fehlen sie) hier zum erstenmal, und zwar beim Präfectus Prätorio (»Canalicularius« war bereits aus C. I. L. VI, 231 und 1110 bekannt). Hr. Cagnat meint, es sei die Natur dieser Ämter (aus dem Namen) leicht zu bestimmen; allein für »Ostiarius« scheint mir dies doch nicht so einfach zu sein, zumal da die folgende Charge (»canalicularius«) ihrem Wesen und ihrer Kompetenz nach keineswegs völlig klargestellt ist. Uns muß es genügen, 1. daß »Ostiarius« am Anfang des 3. Jahrhunderts — also kurz vor der Zeit oder in der Zeit, als die niederen Weihen in Rom aufkamen, und in Rom sind sie überhaupt zuerst aufgekommen — eine Amtsbezeichnung war, 2. daß es eine militärische Charge war, 3. daß es kein ganz niedriges Amt bedeutet hat; denn es hatte Stufen unter sich, sei es, daß die Reihenfolge in unserer Inschrift eine aufsteigende ist, sei es — was viel wahrscheinlicher — eine absteigende. Unmöglich also kann Ostiarius nur soviel bedeuten wie einen niederen dienenden Pförtner: dem betreffenden Beamten müssen vielmehr die Pflichten und Rechte eines höheren Hausmeisters bzw. Kaserneninspektors zugestanden haben. Dies zu wissen, ist für die nähere Bestimmung des dunklen Amts des kirchlichen Ostiarius und für die Motive, die zur Rezeption des Namens geführt haben, von nicht geringer Bedeutung. Braucht man auch nicht notwendig anzunehmen, daß der Ostiarius des Präfectus Prätorio bzw. die militärische Charge das direkte Vorbild für den kirchlichen Ostiarius gewesen ist, so ist doch nunmehr erwiesen, daß das Wort bereits eine militärische Amtsbezeichnung gewesen ist, bevor es eine kirchliche wurde, und daß es nicht eine so niedrige Funktion bezeichnet hat, wie der nächste Sinn des Wortes sie zu fordern scheint. Damit scheint das Problem heller geworden zu sein, wie die Kirche die erste Sprosse auf der hierarchischen Stufenleiter mit dem Namen »Ostiarius« bezeichnen konnte. Der Ostiarius hatte gewiß auch in der Kirche sowenig jemals sklavische Funktionen zu versehen gehabt wie der Ostiarius praefecti praetorio im Heer. Sehr wichtig wäre es, wenn es gelänge, auch den Akoluthus (»Sequens«) als eine militärische Charge nachzuweisen. Daß »sacramentum« und »pagani« militärisch zu verstehen sind, darf als sicher angenommen werden.

Adresse an Hrn. Julius von Wiesner zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 3. Juni 1910.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum bringt Ihnen die Akademie, der Sie seit elf Jahren als korrespondierendes Mitglied angehören, ihre besten Glückwünsche dar. Sie gedenkt hierbei mit aufrichtiger Anerkennung der überaus fruchtbaren Forschertätigkeit, die Sie ein halbes Jahrhundert hindurch auf mikroskopischem wie auf experimentell-physiologischem Gebiete entfaltet haben.

Als Sie im Jahre 1860 die Doktorwürde erlangten, hatte die Anatomie der Pflanzengewebe zwar bereits eine ziemlich hohe Stufe der Entwicklung und Durchbildung erreicht; es ist aber doch Ihr besonderes Verdienst, die verschiedenen vegetabilischen Fasern und die Rohstoffe des Pflanzenreiches zuerst einem umfassenden mikroskopischen Studium unterzogen und dadurch ein vielbenutztes Werk geschaffen zu haben, das in der vor kurzem erschienenen Neubearbeitung auch den heutigen strengeren Anforderungen gerecht wird und für botanische Bibliotheken geradezu unentbehrlich ist.

Mit besonderer Vorliebe und bestem Erfolge haben Sie sich dann physiologischen Fragen zugewandt, von denen besonders die geotropischen und heliotropischen Krümmungen, die Nutationsbewegungen, die Chlorophyllbildung, der faktische Lichtgenuß der Pflanzen u. a. durch Ihre Forschungen eine wesentliche Klärung und Förderung erfahren haben. Wer die neueren Fortschritte auf diesem Gebiete sich vergegenwärtigt und das heutige Lehrgebäude der Physiologie prüfend überblickt, wird an manchen Stellen die Bausteine erkennen, die Sie mit kundiger Hand eingefügt haben.

Aber nicht bloß die Einwirkung äußerer Faktoren auf die genannten Wachstumsbewegungen, mit deren Studium die Physiologie sich vorwiegend befaßt, war Gegenstand Ihrer Untersuchungen; Sie haben sich auch an das viel schwierigere Problem herangewagt, das Wachstum der lebenden Substanz, wozu auch die Zellhaut gerechnet wird, mit ihrer Elementarstruktur in Beziehung zu bringen und da-

durch gewissermaßen verständlich zu machen. Ist auch eine endgültige, unanfechtbare Aufklärung eines so geheimnisvollen Lebensvorganges einstweilen kaum zu erhoffen, so erregte doch Ihr Versuch, dem Ziele näherzukommen, allgemeines Interesse.

Ebenso erfolgreich wie Ihre Wirksamkeit als Forscher war auch Ihre langjährige Lehrtätigkeit. Zahlreiche Schüler, welche heute als Dozenten an Universitäten und höheren Schulen ihres Amtes walten, verehren in Ihnen ihren Meister und wissenschaftlichen Erzieher, dem sie im Verein mit uns und anderen Kollegen zum heutigen Ehrentage, dankbar und freudig gestimmt, ihre warme Teilnahme bekunden.

Wir schließen mit dem herzlichen Wunsche, Sie noch lange in voller körperlicher und geistiger Frische zu den Unsrigen zählen zu dürfen.

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 16. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE 1910. XXX.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

16. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

*Hr. Branca las über *Pithekanthropus*, *Homo Moustieriensis Hauseri* und das geologische Alter des Ersteren.

An dem bei Kranz in Bonn käuflichen Gypsabguss des *H. Moustieriensis* ist der Unterkiefer wesentlich kürzer als der Oberkiefer; die Prognathie kann also nicht so stark gewesen sein wie sie der Gypsabguss zeigt. Die mit *Pithekanthropus* vergesellschaftete Wirbelthier-Fauna von Trinil besitzt einen alterthümlichen Habitus durch ihre ausgestorbenen Arten. Das braucht aber noch nicht nothwendig ein pliocänes Alter zu erweisen, wie das ganz analoge Verhalten der trotzdem diluvialen Pampas-Fauna dartut. Noch weitere vergleichende Untersuchungen auf Java dürften nöthig sein, bis die Altersfrage der Trinil-Fauna sicher entschieden ist.

Ausgegeben am 23. Juni.

SITZUNGSBERICHTE 1910.

XXXI.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

16. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

*1. Hr. Schäfer machte Mittheilungen aus dem ersten Bande der von ihm verfassten zweibändigen »Deutschen Geschichte«, die im Herbst erscheinen wird.

Sie betrafen die Verbindung des fränkischen Reiches mit dem Papsttum, wie sie besonders im Übergang des Königtums von den Merowingern auf die Karolinger und in der Kaiserkrönung Karls des Grossen sich darstellt, und die Verbindung der Kaiserkrone mit dem Deutschen Reich unter Otto I. in ihrer Bedeutung für den staatlichen Zusammenschluss der deutschen Stämme.

2. Hr. Harnack las über das Problem des zweiten Thessalonicherbriefs.

Die Lösung des Problems wird in der Annahme gefunden, dass der 2. Brief von Paulus gleichzeitig mit dem ersten bez. unmittelbar nach ihm nach Thessalonich gerichtet worden ist, aber nicht der Gesammtgemeinde galt, sondern der kleinen judenchristlichen Minorität der Erstbekehrten, die mit der heidenchristlichen Majorität noch nicht vollkommen verschmolzen war.

3. Hr. Ed. Meyer überreichte seine »Geschichte des Altertums«. 1. Bd., 1. Hälfte. Dritte Auflage. Stuttgart und Berlin 1910.

Das Problem des zweiten Thessalonicherbriefs.

Von Adolf Harnack.

Die eingehenden Untersuchungen des 2. Thessalonicherbriefs haben das Problem, welches derselbe bietet, noch immer nicht so gelöst, daß sich die Zuversicht zu seiner Echtheit überall durchgesetzt hätte, und auch solche, welche die Echtheit für überwiegend wahrscheinlich halten, lassen ein drückendes Fragezeichen bestehen; man vergleiche die Einleitung in das Neue Testament von Jülicher (1906) S. 49—56.

Die neue Stufe der Kritik begann, nachdem Bornemann in seinem ausführlichen Kommentar die Echtheit wieder gerechtfertigt zu haben schien (1894), mit den Untersuchungen von Holtzmann (Ztschr. f. NTliche Wissensch. Bd. 2, S. 97ff., 1901) und Wrede (Texte und Unters. Bd. 24, H. 2, 1903). Ihnen gesellte sich Hollmann (Ztschr. f. NTliche Wissensch. Bd. 5, S. 28ff., 1904) zu. Diese drei Gelehrten haben die Echtheit des Briefs aufs nachdrücklichste bestritten. In dem neuesten Kommentar von Dobschütz (1909) ist die Echtheit zwar wieder zuversichtlich behauptet, aber auch er spricht von »unleugbar vorhandenen Schwierigkeiten«, und man muß dem noch hinzufügen, daß er dem Gewicht des von Wrede geltend gemachten Hauptarguments gegen die Echtheit nicht voll gerecht geworden ist.

Die Bedeutung der Wredeschen Untersuchung (vgl. auch Holtzmann) liegt zunächst darin, daß er den früheren Hauptangriffspunkt gegen die Echtheit des Briefs (c. 2: den Abschnitt über den Antichrist) aufgegeben hat. Man darf sagen, daß dieser Punkt, nachdem ihn nun auch Dobschütz sachgemäß beleuchtet hat, ein für allemal beseitigt ist. Man darf noch mehr sagen: in c. 2 liegt sogar ein sehr starkes Argument für die Echtheit, und Wrede selbst hat das am wenigsten verkannt.

Ohne durchschlagende Bedeutung sind ferner die sprachlichen und begrifflichen Argumente, die Wrede in großer Zahl (sowohl an sich als im Vergleich mit dem 1. Thessalonicherbrief) geltend zu machen versucht hat. Was er hier ausgeführt hat, war größtenteils schon von Bornemann u. a. im voraus widerlegt, hatte an sich wenig Beweiskraft und ist von Dobschütz aufs neue gewogen und zu leicht befunden worden. Auch das Argument, das von den vier Stellen hergenommen ist, an denen von einem Briefe die Rede ist (2, 2; 2, 15;

3, 14; 3, 17), ist in seiner Allgemeinheit ohne Belang: ob eine einzelne Stelle negativ ins Gewicht fällt, darüber wird unten zu handeln sein.

Um so wuchtiger und entscheidender aber erscheint das Argument, auf dessen Nachweis und Durchführung Wrede die größte Kraft verwendet hat, das Verhältnis zum 1. Thessalonicherbrief. Die Abhängigkeit des 2. Briefs von diesem ist so eigenartig — auch das Verhältnis von Ephes. zu Coloss. bietet hier nur eine ganz unvollkommene Parallele —, daß eine psychologische Möglichkeit, der 2. Brief sei einige Monate nach dem 1. von demselben Verfasser an dieselbe Gemeinde geschrieben, nicht zu bestehen scheint. Er müßte, ohne sich innerlich auf Geist und Art seines 1. Briefs zu beziehen, ihn in ganz kleinlicher Weise wörtlich ausgebeutet haben! Er müßte die Frische und Herzlichkeit dieser Gemeinde gegenüber, von der der 1. Brief ein so lebendiges Zeugnis ablegt, in hohem Maße verloren und doch die Worte des 1. Briefs, also das Phlegma, in einer fast unbegreiflichen Geistesarmut entliehen haben! Nicht in der einfachen und weitgehenden Abhängigkeit des 2. Briefs vom 1. an sich steckt also das Problem — obgleich auch dieses leichter im Sinne eines literarischen gedeutet werden kann —, sondern in dieser Abhängigkeit trotz deutlich geänderter Stimmung gegenüber derselben Gemeinde. Der 2. Brief hat den 1. in zahlreichen Partien zum Hintergrund und verschweigt und verleugnet ihn dabei in seiner Gesamthaltung! Er steht diesem Briefe so nahe, daß man ihn aus literarkritischen Gründen, um ihn zu halten, zeitlich ganz eng mit ihm verbinden muß, und er verschweigt ihn und steht ihm zugleich innerlich recht fern!

Hier liegt die kapitale Schwierigkeit. Die Kritiker Wredes haben sie, mit Ausnahme Jülichers, nicht in ihrer ganzen Kraft empfunden. Man wird die Entscheidung dieses Gelehrten billigen können, wenn er schreibt: »Eine ‚Erklärung‘ für alles (d. h. für diese komplizierte Schwierigkeit) hat noch keine der kritischen Hypothesen gefunden; wenn aber Rätsel doch übrigbleiben, so wage ich vorderhand es noch mit der Tradition zu halten, indem ich für möglich erachte, daß ein persönliches Moment den Apostel bestimmt hat, hier ein so wundersames Schweigen zu beobachten. Sein Berichterstatter über die nach Absendung von I. Thess. in der dortigen Gemeinde ausgebrochenen Unruhen wünschte vielleicht dringend, nicht verraten zu werden; Paulus brachte das nicht fertig, wenn er sich auf seine frühere schriftliche Kundgebung berief: so entschloß er sich lieber, dem 1. Brief eine halboffizielle authentische Interpretation nachzusenden, die doch nicht den Vorwurf erhob, daß Unverstand oder Böswilligkeit einiger Thessalonicher solche Auslegung — wo selbstverständlich der ‚Stimmungsgehalt‘ schlechter wegkam — nötig gemacht hatten« (S. 55 f.).

Jülicher folgt hier der methodisch meines Erachtens ganz richtigen Erwägung, daß man die Echtheit eines Schreibens nicht preisgeben dürfe, welches, wenn uns nicht zufällig auch der 1. Thessalonicherbrief erhalten wäre, schwerlich beanstandet würde. Die großen psychologischen und literarhistorischen Schwierigkeiten, die bestehen bleiben, wären nur dann der Echtheit des Schreibens tödlich, wenn sich eine Situation schlechterdings nicht erdenken ließe, die ihre Lösung brächte. Jülicher ist aber gegen Wrede der Meinung, daß die Fülle des Möglichen hier wie überall im konkreten Leben so groß ist, daß wir uns bescheiden müssen, und er hat selbst eine Möglichkeit angegeben, durch welche die Schwierigkeiten sehr erleichtert werden.

Befriedigend ist freilich dieser Fingerzeig nicht, und Wrede würde ihn mit Recht nicht gelten lassen. Aber es gibt meines Erachtens eine Hypothese, die bisher, soviel ich sehe, niemals in Rechnung gezogen ist, und die doch das Rätsel des 2. Briefes wirklich zu lösen vermag. Um diese Hypothese vorzubereiten, stelle ich die anerkannten, hier einschlagenden Tatsachen zusammen:

(1.) Der 1. Brief setzt die Gemeinde zu Thessalonich als eine ganz heidenchristliche voraus und gibt ihr das Zeugnis, daß sie dieselben Leiden von ihren Stammesgenossen zu erfahren bekommen habe, welche die Gemeinden in Judäa von den ihrigen erlitten haben.

(2.) Der 1. Brief ist durchwaltet von persönlicher Herzlichkeit und innigster Freundschaft.

(3.) Der 1. Brief läßt Rückblicke auf das A. T. und überhaupt Alttestamentliches so gut wie ganz vermissen.

(4.) Der 1. Brief ist an die ganze Gemeinde gerichtet und gedenkt auch der Gemeindevorsteher, ihrer berechtigten Forderungen und ihrer Pflichten.

(5.) Am Schluß des 1. Briefes (5, 26. 27) trägt Paulus in bemerkenswerter Weise Sorge, daß der Brief wirklich allen zur Kenntnis komme; nicht nur heißt es: »Grüßet alle die Brüder mit heiligem Kuß«, sondern auch: »Ἐνορκίζω ὑμᾶς τὸν κύριον ἀναγνωσθῆναι τὴν ἐπιστολὴν πᾶσιν τοῖς ἀδελφοῖς.« Wer so schreibt, hegt aus irgendwelchen Ursachen Besorgnis, daß einigen — und nicht aus Zufall — der Brief unbekannt bleiben könnte.

(6.) Der 2. Brief läßt, ohne unfreundlich zu sein, den herzlichen Ton und die innige Freundschaft des 1. vermissen. Er schlägt sogar 3, 12 ff. einen etwas strengen Ton an[1]. Er ist, wie Bornemann mit Recht sagt: »offiziell und feierlich«, s. auch das ὀφείλομεν 1, 3; 2, 13.

---

[1] Vgl. überhaupt das ganze 3. Kapitel, in dem sich παραγγέλλειν viermal findet.

(7.) Der 2. Brief charakterisiert die Adressaten nirgends als Heidenchristen.

(8.) Der 2. Brief ist sehr stark alttestamentlich gefärbt[1], und legt es nahe, jüdische Voraussetzungen bei den Adressaten zu vermuten.

(9.) Der 2. Brief »hat der Gemeinde — abgesehen von 3, 6. 13 bis 15 — schlechterdings nichts Neues zu sagen. Im allgemeinen versteht es sich von selbst, und bei den beiden auffallenden Punkten wird es noch ausdrücklich hervorgehoben (2, 5; 3, 6ff. 10), daß die Gemeinde schon über alle diese Dinge hinreichend und bis in die Einzelheiten während der persönlichen Anwesenheit des Apostels instruiert ist« (Bornemann, S. 466).

(10.) Wo der 2. Brief auf einer Kunde von der Gemeinde beruht, ist durch nichts angedeutet, daß das eine andere Kunde ist als die, auf welcher der 1. Brief fußt (s. II, 3, 9; vgl. auch 2, 2; 2, 15; 3, 6ff.). Es kann eine weitere neue Kunde sein, aber näheres ist nicht mitgeteilt; daher ist es wahrscheinlicher, daß es dieselbe ist.

(11.) Der 1. Brief ist im 2. nur dann vorausgesetzt, wenn die Stellen, wo ein Brief erwähnt ist (s. o.), auf ihn gehen. Das ist 2, 2 möglich und (s. u.) auch 2, 15; dagegen geht 3, 14 auf den 2. Brief und 3, 17 erscheint zunächst neutral. Das Verhältnis des 2. Briefes zum 1. ist sehr undurchsichtig und rätselhaft, wenn beide dieselbe Adresse haben.

(12.) Die eigentümliche Verwandtschaft bzw. Abhängigkeit des 2. Briefes von dem 1. läßt sich, wenn sie von einem Verfasser sein sollen, nur dann — aber auch dann nicht völlig befriedigend — erklären, wenn sie gleichzeitig, d. h. unmittelbar nacheinander geschrieben sind; sind sie das nicht, so erscheint die Annahme einer literarischen Abhängigkeit, d. h. die Arbeit eines Pseudopaulus fast unvermeidlich; aber diese Annahme erscheint anderseits durch den paulinischen Charakter des Schreibers und durch die Unmöglichkeit, der Fälschung einen verständigen Zweck abzugewinnen, unerlaubt.

(13.) In dem 2. Brief werden keine Vorsteher genannt, auch wird nicht eingeschärft, der Brief solle zur Kenntnis aller kommen. Der Unterschied von οἱ ἀδελφοὶ πάντες und οἱ ἀδελφοί (s. Brief I) fehlt hier.

---

[1] Diese Beobachtung hat namentlich Bornemann (S. 460ff.) sehr ausführlich und zutreffend begründet und Wrede hat ihm (S. 74) beigestimmt. Bornemann schreibt: »Es gibt im N.T., abgesehen von der Apokalypse und dem Jakobusbriefe ..., kein einziges Buch, welches so sehr ATliche Art an sich trüge, wie der 2. Thessalonicherbrief.« Die ATliche Haltung des 2. Briefes im Vergleich mit dem 1. läßt sich bis ins einzelne in jedem Kapitel verfolgen. Hierher gehört der eigentümliche Gebrauch von »κύριος«, die ἀλήθεια 2, 10. 12. 13 (der Begriff fehlt im 1. Brief) und sehr viele ähnliche Details. Von seinem παραδόσεις (παράδοσις) spricht Paulus zweimal in dem Brief, sonst in allen übrigen Briefen nur noch I. Cor. 11, 2. Das ist ein jüdischer Sprachgebrauch. Die ganz ATliche-jüdische Färbung in 1, 5—12 (die messianische δόξα) und 2, 2—12 liegt am Tage. Von »jüdischer Gebetssprache« spricht auch Dobschütz S. 43.

Dieser Tatbestand läßt meines Erachtens nur eine Lösung zu: der 2. Thessalonicherbrief ist gleichzeitig mit dem 1. (d. h. unmittelbar nach demselben) an eine besondere Gruppe innerhalb der Christenheit Thessalonichs geschrieben, für die auch der 1. Brief in zweiter Linie mitbestimmt war, die aber um ihrer Sonderstellung in der Christenheit der Stadt und der ihr eigentümlichen Gefahren willen ein eigenes Schreiben bedurfte.

Diese Gruppe war ein kleiner Kreis von geborenen Juden, der mit der Hauptgemeinde im sozial-kirchlichen Leben noch nicht vollkommen verschmolzen war, ohne eine ablehnende oder gar feindliche Stellung zu ihr einzunehmen. Paulus, der auch sie bekehrt hatte, stand ihr persönlich und herzlich nicht so nahe wie der heidenchristlichen Gemeinde, in der er sich heimisch gemacht hatte, hatte aber prinzipielle Bedenken ihr gegenüber nicht, da sie das Recht der Heidenmission voll anerkannte und auch sonst in ihrer religiösen Haltung und Entwicklung auf dem richtigen Wege war.

In der Adresse des Briefes muß der Kreis, um den es sich in der Christenheit Thessalonichs handelte, genannt gewesen sein; als aber der Brief der paulinischen Sammlung einverleibt wurde (oder schon früher), wurde er mit einer sehr geringen Änderung der Adresse als 2. Thessalonicherbrief bezeichnet.

Diese Hypothese scheint mir die lastenden Schwierigkeiten, welche die Bestimmung und das Verständnis des 2. Briefes bisher gedrückt haben, wesentlich zu beseitigen. Gehen wir den Brief unter Voraussetzung dieser Annahme durch. Vorher aber sei noch darauf hingewiesen, daß nach Act. 17, 4 in Thessalonich eine kleine Zahl von Christen aus den Juden und eine viel größere aus den Heiden gewonnen worden ist[1], und daß die gleichzeitige Entsendung zweier Briefe an einen Ort durch Coloss. und Philem. gedeckt ist[2].

---

[1] Act. 17. 4 (Thessalonich): καί τινες ἐξ αὐτῶν [scil. τῶν Ἰουδαίων] ἐπείσθησαν καὶ προσεκληρώθησαν τῷ Παύλῳ καὶ τῷ Σιλᾷ, τῶν τε σεβομένων Ἑλλήνων πλῆθος πολύ, γυναικῶν τε τῶν πρώτων οὐκ ὀλίγαι. Diese Tatsache und die Auseinanderhaltung der beiden Gruppen in den Acta ist sehr wichtig.

[2] An sich braucht natürlich eine solche Möglichkeit keine besondere Beglaubigung; immerhin aber ist es interessant, daß die Analogie von Coloss. und Philem. vorliegt. Dieser Brief ist nicht nur an Philemon in Kolossä gesandt, sondern zugleich auch an seine Hausgemeinde, und er schweigt vollständig über den gleichzeitig an die große Gemeinde geschickten Brief, als wäre er nicht vorhanden. Da ich eben den Philemonbrief erwähne, so möchte ich einer evidenten Konjektur gedenken, die mir vor zwei Jahren ein Student vorlegte, dessen Name mir leider entfallen ist. In v. 23f. ist zu lesen: Ἀσπάζεταί σε Ἐπαφρᾶς, ὁ συναιχμάλωτός μου ἐν Χριστῷ, Ἰησοῦς [nicht Ἰησοῦ, vielleicht aber Ἰησοῦ. Ἰησοῦς], Μάρκος, Ἀρίσταρχος, Δημᾶς, Λουκᾶς, οἱ συνεργοί μου.

Paulus hat den 1. Brief an die ganze ihm so teure Christenheit in Thessalonich (Heiden- und Judenchristen) diktiert. Er hat am Schluß die Erteilung des Bruderkusses ausdrücklich an alle gewünscht und die Adressaten beschworen, den Brief alle Brüder lesen zu lassen. Aber er empfand, daß das nicht genug war. Die kleine Minorität von Judenchristen, die sich in Thessalonich befand und die auch seine Schöpfung war, stand als eine Gruppe für sich in und neben der großen Gemeinde[1]. Wenn er ausdrücklich anordnen mußte, daß auch sie von dem Schreiben Kenntnis erhalten solle, so ist klar, daß sie in den Versammlungen mindestens nicht regelmäßig zugegen war, in denen solche Briefe verlesen wurden. Aber konnte er auf Grund seiner feierlichen Anordnung auch sicher sein, daß das Schreiben zu ihr kommen werde, so mußte er sich doch sagen, daß dasselbe sie weder ganz befriedigen werde, noch daß es auf die besondere innere Situation eingehe, in welcher die Minorität sich im Unterschied von dem heidenchristlichen Hauptteil befand. Es konnte sie nicht ganz befriedigen; denn absichtlich oder unwillkürlich hatte Paulus den 1. Brief so geschrieben, als ob die Gemeinde ganz aus Heidenchristen bestünde, und peinlich mußte es die Minorität berühren, daß der Brief in seinen Ermahnungen einen streng heidenchristlichen Horizont innehielt. Er warnt vor der heidnischen Schoßsünde, der Hurerei; er ermahnt zur εὐσχημονία πρὸς τοὺς ἔξω; er bekämpft den Irrglauben, der einem geborenen Juden schwerlich kommen konnte, daß die entschlafenen Christen um ihre Hoffnung bei Christus zu sein betrogen seien, und er schärft die Wachsamkeit im Hinblick auf die plötzlich eintretende Erscheinung des Herrntages ein; dieses bevorstehende Ereignis war Judenchristen ganz geläufig, aber die Heidenchristen konnten diese sie befremdende Botschaft leicht vergessen oder in den Wind schlagen. Alle diese Ermahnungen hatten Judenchristen nicht oder nicht in dem Maße nötig wie die Heidenchristen; dagegen wurden sie von anderen Fragen bewegt.

So entschloß sich der Apostel einen 2. Brief zu schreiben (überbracht durch denselben Boten oder einen gleich folgenden), der »den Wenigen aus den Juden« galt. Wir bewundern hier die apostolische Weisheit: der 1. Brief ist an die Gesamtchristenheit in Thessalonich gerichtet; aber er soll auch der judenchristlichen Minorität zur Kenntnis kommen: so sollte er an seinem Teile dazu beitragen, die beiden un-

[1] Zu den Judenchristen in Thessalonich gehörte — anders Zahn — Aristarch (Coloss. 4, 10; Philem. 24: Act. 19, 29: 20. 4; 27, 2), der den Paulus nach Jerusalem und Rom begleitet hat. Wenn neben ihm als Repräsentant der Gemeinde von Thessalonich bei Überbringung der Spende nach Jerusalem noch ein Zweiter, nämlich Secundus, erscheint (Act. 20, 4), so liegt die Annahme nahe, daß dieser die Heidenchristen Thessalonichs vertreten hat. Daß Iason, bei dem Paulus in Thessalonich Wohnung genommen hat (Act. 17, 5 ff.), Judenchrist war, ist nicht ganz sicher, aber wahrscheinlich.

gleichen Hälften näher zusammenzuführen und sie durch einen Liebesgruß und -kuß zu verbinden. Aber außerdem erhält die Minorität ihr besonderes Schreiben, weil die Empfindlichkeit wohlgesinnter Judenchristen besonders zu schonen war und sie in dem Hauptbriefe zu kurz gekommen waren[1].

Der Brief beginnt (nach der korrigierten Adresse, s. o.) mit der üblichen Danksagung, in der die Töne des 1. Briefs wiederklingen, die aber etwas feierlicher (anderseits minder persönlich) gehalten ist. Es ist, als ob sich Paulus, indem er diesen Brief beginnt, nicht in einen freien Gottesdienst, wie wir ihn aus Korinth kennen, sondern in eine Synagoge versetzt fühlt und als Liturge spricht: εὐχαριστεῖν ὀφείλομεν — ἀδελφοί gleich im Eingang — καθὼς ἄξιόν ἐστιν — ὑπεραυξάνει — πλεονάζει. Die Minorität steht in bezug auf Glaube, Liebe[2] und Standhaftigkeit in den Leiden in der Schätzung des Apostels hinter der Majorität nicht zurück. Das mußte zum Ausdruck kommen und auch das ἐν ὑμῖν ἐνκαυχᾶσθαι ἐν ταῖς ἐκκλησίαις τοῦ θεοῦ (v. 4, vgl. I, 1, 7—9). Was bei der gewöhnlichen Hypothese in bezug auf die Adressaten wie eine schwache und unnötige Wiederholung erscheint, erscheint bei der unsrigen als ein notwendiges Zeugnis[3].

---

[1] Man könnte einwenden: darf man sich für irgendeine paulinische Gemeinde vorstellen — sei es auch nur für ihre Anfangszeit —, daß sich in ihr Juden- und Heidenchristen nicht sofort zu einer gottesdienstlich, kirchlich und sozial geschlossenen Gemeinde zusammengetan haben? Hierauf ist zu erwidern: das Umgekehrte ist für die Anfangszeit das allein Denkbare und Zutreffende. Überall, wo Christen aus den Heiden und aus den Juden in einer Stadt gewonnen waren — man erinnere sich an Galat. 2, 11 ff. —, mußte eine Übergangszeit in bezug auf die Formen des gottesdienstlichen, kirchlichen und sozialen Lebens eintreten. Paulus hat nicht verlangt und konnte es nach seinen Grundsätzen gar nicht verlangen, daß die geborenen Juden mit einem Schlage ihre ganze väterliche Sitte aufgaben und sich vorbehaltlos der heidenchristlichen Gemeinde einreihten. Es mußte zunächst genügen, daß sie die Heidenchristen als christliche Brüder anerkannten und in eine gewisse Gemeinsamkeit des Lebens mit ihnen traten. Die paulinischen Briefe sind freilich über diesen Punkt außerordentlich schweigsam; aber aus diesem Schweigen zu schließen, daß es in den paulinischen Gemeinden kein Problem und keine Entwicklung in bezug auf das gemeinschaftliche Leben von Juden- und Heidenchristen gegeben hat, vielmehr die volle Einheit mit einem Schlage peremptorisch vom Apostel hergestellt worden sei, ist ganz verkehrt. Gewiß wird es der Apostel selbst noch in manchen Gemeinden erlebt haben, daß Juden- und Heidenchristen wirklich und restlos zusammengeschmolzen sind — der Epheserbrief scheint mir in dieser Hinsicht bedeutungsvoll zu sein —, aber »ab initio sic non erat«.

[2] Die starke Konstatierung des ausnahmslosen πλεονάζειν der Liebe (ἡ ἀγάπη ἑνὸς ἑκάστου πάντων ὑμῶν εἰς ἀλλήλους) scheint auch bei einem kleinen Kreise von Adressaten besser gegen den Vorwurf der Übertreibung geschützt zu sein, als wenn die ganze Gemeinde die Adressatin sein soll. Doch will ich hierauf kein Gewicht legen, obschon auch das εἰς ἀλλήλους statt εἰς πάντας zu denken gibt.

[3] Das stark betonte αὐτοὺς ἡμᾶς (I, 4) hat die Ausleger in Verlegenheit gesetzt. Kann es nicht unter Voraussetzung unserer Hypothese bedeuten: »sogar wir, nämlich die Heidenapostel, die sonst Judenchristen zu rühmen selten Gelegenheit haben«?

Alsbald wendet sich der Apostel (1, 5—10) »zu einer Belehrung über die Bedeutung der Leiden im Lichte des Vergeltungsgedankens« (Dobschütz). Ist diese Darlegung an sich schon geborenen Juden gegenüber besonders passend, so erhält sie einen spezifisch jüdischen Ton durch den »prophetisch-apokalyptischen Farbenauftrag« (Holtzmann), d. h. durch eine Kolorierung, die der 1. Brief vollkommen vermissen läßt. Nicht erst in c. 2, sondern schon in c. 1 ist deutlich, daß die Adressaten in einer apokalyptischen Welt leben und weben — in vollem Unterschied von der heidenchristlichen Hauptgemeinde, der sogar noch das Einfachste, die plötzliche Wiederkehr Christi und die von ihr geforderte Wachsamkeit, eingeschärft werden mußte. Diesen Adressaten aber soll mit dem Vergeltungsgedanken, dem Hinweis auf die ἀποκάλυψις τοῦ κυρίου Ἰησοῦ ἀπ' οὐρανοῦ μετ' ἀγγέλων δυνάμεως αὐτοῦ ἐν πυρὶ φλογός und den Tag des Herrn nicht etwas Neues gesagt, sondern Trost in ihren Leiden gespendet werden. Fast allzu jüdisch klingen die Worte: τοῖς θλίβουσιν ὑμᾶς θλίψιν καὶ ὑμῖν τοῖς θλιβομένοις ἄνεσιν, sowie die anderen — als Trost gespendet! —: οἵτινες δίκην τίσουσιν ὄλεθρον αἰώνιον ἀπὸ προσώπου τοῦ κυρίου καὶ ἀπὸ τῆς δόξης τῆς ἰσχύος αὐτοῦ, ὅταν ἔλθῃ ἐνδοξασθῆναι ἐν τοῖς ἁγίοις αὐτοῦ καὶ θαυμασθῆναι ἐν πᾶσιν τοῖς πιστεύσασιν[1]. Paulus ist hier bis zum äußersten den Stimmungen entgegengekommen, die in Judenchristen lebten, und hat einen förmlichen Cento alttestamentlicher Gerichtssprüche sub specie Christi zusammengestellt, wie er sich sonst nirgends in seinen Briefen findet und den man auch nicht öfters wiederholt sehen möchte: »tröstet euch in den Leiden; denn eure Bedränger werden die Rache Gottes reichlich erfahren!« Dabei ist die ganze Periode in ihrer außerordentlichen Länge und Stilisierung so echt paulinisch, daß sie als Muster paulinischer Diktion bezeichnet werden kann.

Läßt das erste Kapitel schon ahnen oder vielmehr deutlich erkennen, daß die Adressaten in der messianischen Apokalyptik leben, so bringt das zweite den vollkommenen Beweis dafür. »Keine überspannte Erwartung« — das ist der Inhalt der Darlegung c. 2, 1—12. Wenn sie v. 2 eingeleitet wird durch die Mahnung, sich nicht irre machen zu lassen μήτε διὰ πνεύματος μήτε διὰ λόγου μήτε δι' ἐπιστολῆς ὡς δι' ἡμῶν[2], ὡς ὅτι ἐνέστηκεν ἡ ἡμέρα τοῦ κυρίου, so mag Paulus an den Hauptbrief, der soeben abgegangen war, mit gedacht haben, aber mehr läßt sich zunächst nicht sagen. Es kann sich auch so verhalten, daß Paulus,

[1] Man beachte das πᾶσιν. Der bisher so dunkle folgende Satz wird jetzt auch klar: Unser (des Heidenapostels) Zeugnis ist (uns) anvertraut worden in bezug auf euch (die geborenen Juden)! Das ist wirlich des Staunens wert!

[2] Ich beziehe ὡς δι' ἡμῶν mit Dobschütz auf alle drei vorher genannten Substantiva.

ohne Bestimmtes zu wissen — aber wissend oder ahnend, daß man sich auf Worte von ihm beruft oder berufen wird —, jede Begründung überspannter Erwartungen, die sich auf ihn bezogen, bestimmt abschneiden wollte, indem er sich diese Interpretation für alle seine Kundgebungen verbittet. Davon, daß Paulus wußte, daß unechte Worte oder Briefe von ihm in der Gemeinde umliefen, kann nach dem Wortlaut der Stelle keine Rede sein; aber wie vieles wird Paulus gesagt haben, was überspannten Erwartungen zur Unterlage dienen konnte! Auch noch in dem Hauptbrief, den er soeben geschrieben, hat er nicht umhin gekonnt, der Gemeinde die Plötzlichkeit des Tages Christi und die Wachsamkeit einzuschärfen. Auch das konnte benutzt werden! Unsere Hypothese aber, der 2. Brief sei an die judenchristliche Minorität in Thessalonich gerichtet, bleibt völlig unbetroffen, mag man nun δι' ἐπιστολῆς auf den 1. Brief beziehen oder so allgemein fassen wie διὰ πνεύματος und διὰ λόγου. Dagegen ist die Annahme nur scheinbar einleuchtend, die Ausführungen in c. 2 seien eine Folge jener Ausführung im 1. Brief, in der Paulus gesagt, der Herrntag komme wie ein Dieb in der Nacht, und zur Wachsamkeit ermahnt hat. Abgesehen davon, daß der 1. Brief selbst von χρόνοι und καιροί spricht und damit den Herrntag in eine Mehrzahl von Ereignissen einstellt, ist es eine recht unwahrscheinliche, grobe Annahme, daß die ganze Gemeinde durch die Ausführungen in I, 5, 1 ff. in ihrer Stimmung völlig umgeschlagen sei. Das Aufregende, was jene Verse enthalten, ist in Wahrheit durch den Kontext für die Gemeinde selbst (der das Zeugnis erteilt wird, sie sei Licht und nicht Finsternis) so abgemildert, und der Schluß der Darlegung lautet so beruhigend[1], daß man schwer begreift, wie durch diese Ermahnung ein totaler Umschlag — σαλευθῆναι ἀπὸ τοῦ νοός und θροεῖσθαι — erfolgen konnte. Bei unserer Hypothese ist alles klar: Die große Gemeinde stand allem Apokalyptischen ganz fern; eben deshalb bedurfte sie einer Belehrung über die entschlafenen Christen und mußte sogar noch auf das große Hauptstück der christlichen Eschatologie, den Tag des Herrn, hingewiesen werden. Die kleine judenchristliche Minorität dagegen lebte im Apokalyptischen; ihre überspannten Erwartungen, die zum Verlust der ruhigen Überlegung und zu Furcht und Schrecken zu führen drohten, mußten gedämpft werden. Nicht mehr sicher entscheiden läßt es sich, wie bemerkt, ob der Apostel von dem Hauptbriefe, der ja auch zur Kenntnis der Minorität kommen sollte, eine Steigerung jener Erwartungen befürchtete und ihr daher in weiser seelsorgerischer

[1] I, 5, 11: Διὸ παρακαλεῖτε ἀλλήλους καὶ οἰκοδομεῖτε εἷς τὸν ἕνα, καθὼς καὶ ποιεῖτε.

Voraussicht begegnen wollte, oder ob er ganz allgemein und ein für allemal erklärt hat, daß weder seine pneumatischen Worte noch seine Lehrdarlegungen noch seine Briefe zur Unterlage für überspannte Erwartungen gemacht werden dürfen (doch s. u. zu 2, 15).

Die Ausführung in c. 2, 3—12 hat die ganze jüdische Apokalyptik zu ihrem Hintergrund. Es braucht hier auf sie nicht näher eingegangen zu werden. Darauf aber ist sehr bestimmt der Finger zu legen, daß dieser Abschnitt nur für »Kenner« geschrieben ist, d. h. für Leute, denen der große Zusammenhang, aus dem er stammt, bekannt war. So heißt es ja auch v. 5: οὐ μνημονεύετε ὅτι ἔτι ὢν πρὸς ὑμᾶς ταῦτα ἔλεγον ὑμῖν: καὶ νῦν τὸ κατέχον οἴδατε. Ist es wahrscheinlich, daß dieselben Leute, die noch der Erinnerung daran bedurften, daß der Tag des Herrn unerwartet komme, in diese ganze Apokalyptik eingeweiht waren, in ihr lebten und durch sie in Gefahr standen, ihre ruhige Überlegung zu verlieren? Müssen es nicht andere Kreise sein, denen I, 5, 1 ff. und II, 2, 1—12 galt? Läßt sich der schnelle Übergang aus der einen in die andere innere Situation wirklich begreiflich machen? Selbst wenn der Apostel auch zu den Heidenchristen von dem Antichrist im Tempel, von dem κατέχων usw. gesprochen hat — wie denkt man sich die Apperzeptionsfähigkeit griechischer Kleinbürger, die noch eben trotz aller eschatologischer Unterweisung der elementarsten Belehrung in bezug auf das Ende bedurften und nun, in Schrecken gesetzt, mit den sublimsten Zukunftserwägungen beruhigt werden? Möglich ist das ja, aber wahrscheinlich ist es nicht. Viel wahrscheinlicher ist, daß in II, 2 ein anderer Kreis von Adressaten vorausgesetzt ist als in I, 4. 5.

Der kleine Abschnitt 2, 13—17, der in seinem Eingang 1, 3 wieder aufnimmt, steht noch immer unter dem Zweck, die aufgeregte judenchristliche Gruppe vor dem σαλευθῆναι ἀπὸ τοῦ νοός und dem θροεῖσθαι zu bewahren. Es geschieht das, indem der Apostel sie an die Sicherheit ihres Heilsstandes erinnert. Er redet sie dabei in deutlicher Beziehung auf Deuter. 33, 12 als ἀδελφοὶ ἠγαπημένοι ὑπὸ κυρίου an. Wenn er aber sagt: »Wir müssen Gott allezeit danken«, ὅτι εἵλατο ὑμᾶς ὁ θεὸς ἀπαρχὴν εἰς σωτηρίαν . . . εἰς ὃ καὶ ἐκάλεσεν ὑμᾶς διὰ τοῦ εὐαγγελίου ἡμῶν, so sind die Adressaten hier als Erstbekehrte bezeichnet, d. h. als die Erstbekehrten des Apostels in Thessalonich; denn die ganze Christenheit daselbst konnte in keinem Sinn als ἀπαρχή bezeichnet werden. Damit ist die wahre Adresse unseres Briefs (die wenigen Juden, die zuerst in der Stadt bekehrt worden sind) aus dem Briefe selbst gewonnen. Die nähere Begründung dieser Beobachtung siehe in Exkurs I. Die Frucht der Erwählung und Berufung wird mit einem Ausdruck aus der messia-

nischen Gedankenwelt bezeichnet: περιποίησις δόξης τοῦ κυρίου ἡμῶν Ἰησοῦ Χριστοῦ. Die nun folgende Mahnung blickt auf 2, 2 zurück. Dort hieß es, die Leser sollten sich nicht erschrecken lassen διὰ πνεύματος ἢ διὰ λόγου ἢ δι' ἐπιστολῆς ὡς δι' ἡμῶν, hier heißt es umgekehrt, sie sollen die παραδόσεις festhalten, ἃς ἐδιδάχθητε εἴτε διὰ λόγου εἴτε δι' ἐπιστολῆς ἡμῶν. Auch hier kann man nicht zur vollen Sicherheit kommen, was unter dem Brief gemeint ist — nur das ist hier sicher, daß kein hypothetischer Brief verstanden werden kann. Am nächsten liegt es gewiß, an den gleichzeitig abgesandten ersten Brief zu denken, der den Adressaten zur Kenntnis kommen sollte und der zahlreiche Ermahnungen, Anweisungen und Lehren enthielt. Daß für diese der Ausdruck παραδόσεις ἃς ἐδιδάχθητε gebraucht wird, ist gegenüber den judenchristlichen Adressaten besonders passend[1]. Doch ist es nicht ganz ausgeschlossen, daß der Apostel den vorliegenden Brief selbst meint.

Der Abschnitt schließt mit einer Fürbitte — ganz wie I, 3, 11 ff. —, die den Schluß des Briefs anzuzeigen scheint, aber es folgt in c. 3, 1 f. — ganz wie I, 4, 1 ff. — noch ein neuer, mit τὸ λοιπόν eingeführter Abschnitt. Man sieht, daß Paulus den eben niedergeschriebenen 1. Brief noch in festem Gedächtnis hat und sich seinem Aufbau in dem neuen Briefe anpaßt, so daß er dem Hauptbrief mit Absicht möglichst gleichgestaltet ist. Zunächst aber erfolgt — darauf ist man nicht gefaßt, zumal da 3, 3—5 fast zu einer Dublette zu 2, 16. 17 wird — die Aufforderung an die Leser zur Fürbitte für die Ausbreitung des Evangeliums und für den Apostel sowie die eigene Fürbitte. In jener Aufforderung[2] ist es charakteristisch, daß nur an die Hemmung gedacht wird, welche die Juden dem Apostel bereiten; denn daß der ungewöhnliche, vielleicht auf 1. Makk. 14, 14 zurückblickende Ausdruck — er ist wiederum alttestamentlich (Jes. 25, 4) gefärbt —: ἵνα ῥυσθῶμεν ἀπὸ τῶν ἀτόπων καὶ πονηρῶν ἀνθρώπων nur auf diese geht, wird mit Recht von den besten Auslegern behauptet. Auch der resignierte Satz: οὐ πάντων ἡ πίστις hätte sich dem Apostel schwerlich entrungen, wenn er statt an die Juden an die Heiden hier gedacht hätte. Alttestamentlich ist auch noch v. 5: ὁ κύριος κατευθύναι ὑμῶν τὰς καρδίας[3].

---

[1] Ist 2, 15 die Beziehung auf den 1. Brief überwiegend wahrscheinlich, so ist sie auch bei 2, 2 anzunehmen. Da Paulus im 1. Brief ausdrücklich anweist, ihn auch der judenchristlichen Minorität mitzuteilen, so kann es nicht auffallen, daß er sich in dem Briefe an sie auf das Hauptschreiben bezieht.

[2] Man beachte die beiden ATlichen Bilder: ἵνα ὁ λόγος τοῦ κυρίου τρέχῃ καὶ δοξάζηται.

[3] Nahe liegt die Vermutung, daß in dem Abschnitt 2, 16—3, 5 Erhebliches gestrichen worden ist. Die Dubletten 2, 16. 17 und 3, 3—5 folgen sich zu rasch; aber näher vermag ich diese Vermutung nicht zu begründen.

Nach diesem Zwischenstück folgen nun als zweites Hauptstück des Briefs auf die Disziplin bezügliche Anordnungen (3, 6—16) oder vielmehr: es handelt sich um eine einzige Gefahr, die in nachdrücklicher apostolischer Sprache aufgedeckt und bekämpft wird. Die Verwandtschaft mit I. 4, 11. 12 und 5, 14 ist deutlich, aber mit der Annahme einer verschärften Wiederholung gerät man in Verlegenheit. Mit Recht sagt Dobschütz: »Unklar ist, was zu dieser verschärften Wiederholung geführt hat. Die Exegese erklärt meist unter der Voraussetzung, daß die im 1. Brief gegeißelten Mißstände [der Ausdruck ist viel zu stark] schlimmer geworden seien: das ist freilich nirgends angedeutet, wie denn überhaupt mit keinem Wort auf den 1. Brief, sondern nur auf frühere mündliche Belehrung hingewiesen wird; andere nehmen den »Kirchenzuchts«ton hier als Zeichen der Unechtheit, der Abfassung in viel späterer Zeit mit entwickelter Diziplin. Ebensowenig ist eine Verbindung dieser Unordnungen mit der Parusie-Erwartung angedeutet, so daß man sie von der gemeinen Vis inertiae im Menschen erklären könnte, während die meisten annehmen, die gesteigerte Erregung habe die sittlichen Mißstände verschlimmert. Dieser Einfluß der eschatologischen Stimmung auf das sittliche Verhalten ist aber hier ebenso wie im 1. Brief aus der Verbindung, in der beide Motive beide Male vorkommen, zu erschließen.«

Die wesentliche Schwierigkeit scheint gehoben zu sein, sobald man annimmt, daß die Gefahr eines mehr oder weniger frommen Müßiggangs im heidenchristlichen Teile der Gemeinde zwar vorhanden, aber für ihn doch nicht charakteristisch war, während sie in der kleinen judenchristlichen Gruppe bedeutend stärker um sich gegriffen hatte. Dabei ist die Entscheidung, ob sie mit der eschatologischen Stimmung zusammenhing oder nicht — es liegt nicht so nahe, die Frage zu bejahen —, für unsere Zwecke belanglos. Es genügt zu konstatieren, daß an diesem Punkte ein starker gradueller Unterschied zwischen den beiden Teilen der Christenheit in Thessalonich bestand. Das ἀκούομεν in v. 11 erledigt sich bei dieser Unterscheidung auch in der einfachsten Weise: nicht um eine neue Kunde handelt es sich, die der Apostel aus Thessalonich zwischen der Abfassung des 1. und 2. Briefs erhalten hat, sondern die Nachricht gehört zu den anderen, die ihm vor Abfassung beider Briefe zugekommen sind. Indem Paulus aber den verderblichen Müßiggang bekämpft, dem er einst in mündlicher Rede schon vorgebaut hatte (v. 6 u. 10), verweist er erstlich wieder auf die Paradosis, die sie empfangen haben (v. 6), sodann (v. 7 ff.) mit Selbstbewußtsein auf sein eigenes Vorbild (wie im 1. Brief), drittens unter ausdrücklicher Anrufung der Autorität Jesu Christi indirekt (v. 8. 10 und 12) auf Genes. 3, 19. Jeder Judenchrist mußte sich bei den

Worten: εἴ τις οὐ θέλει ἐργάζεσθαι, μηδὲ ἐσθιέτω und ἐργαζόμενοι τὸν ἑαυτῶν ἄρτον ἐσθίωσιν. ohne weiteres an diese Stelle erinnert fühlen: ob auch der Heidenchrist, das darf man wohl fragen. So stark aber hat sich das Übel schon eingenistet, daß der Apostel die Möglichkeit ins Auge faßt, die Müßiggänger würden der Mahnung kein Gehör schenken (ὁ λόγος ἡμῶν διὰ τῆς ἐπιστολῆς ist natürlich der vorliegende Brief selbst). In diesem Falle ordnet er Kündigung des Verkehrs gegenüber dem Widerspenstigen an (v. 14): indessen habe derselbe noch immer als Bruder zu gelten, der durch fortgesetzte Ermahnungen gebessert werden soll (v. 15).

Das kleine Rätsel, welches über dem 17. Vers schwebt (Ὁ ἀσπασμὸς τῇ ἐμῇ χειρὶ Παύλου, ὅ ἐστιν σημεῖον ἐν πάσῃ ἐπιστολῇ· οὕτως γράφω), bleibt im schlimmsten Falle dasselbe, ob man nun unsere Hypothese zugrunde legt oder der Annahme folgt, beide Briefe hätten eine identische Adresse. Doch löst sich das Rätsel meines Erachtens viel leichter, wenn Paulus gleichzeitig zwei Briefe in dieselbe Stadt abgehen ließ; da lag die Möglichkeit nahe. die Echtheit des einen zu bestreiten (siehe unten).

Wir haben die Analyse des 2. Briefs unter der Voraussetzung der besonderen Adresse an die Judenchristen in Thessalonich und der wesentlichen Gleichzeitigkeit mit dem 1. Brief vollendet und im einzelnen schlechterdings nichts gefunden, was diese Voraussetzung zu widerlegen geeignet ist, vielmehr schien alles für diese Hypothese zu sprechen; nur die überlieferte Adresse bedurfte einer kleinen Korrektur, die richtige Adresse fanden wir in 2, 13. Aber auch an der Adresse des Epheserbriefs ist korrigiert worden, und daß die des Hebräerbriefs ganz weggefallen ist, ist eine fast unvermeidliche Annahme.

Gibt es nun wirklich keine Einwürfe gegen die vorgeschlagene Hypothese? Gewiß kann man allerlei einwenden: Der judenchristliche Charakter eines Teils der Christenheit in Thessalonich und seine eigentümliche Selbständigkeit müsste mit dürren Worten angegeben sein, hier dagegen könne er im besten Falle nur erschlossen werden; für das schwierige Verhältnis der beiden Teile der Gemeinde seien spezielle Anweisungen im Briefe zu erwarten; Eigentümlichkeiten des Judenchristentums müßten noch schärfer hervortreten; alle von Wrede nachgewiesenen Eigentümlichkeiten in dem Abhängigkeitsverhältnis des 2. Briefs von dem 1. seien auch durch die neue Hypothese nicht zu erklären, usw. Ich entziehe mich dem Eindruck dieser Erwägungen nicht[1], aber wenn es gewiß ist, daß der 2. Thessalonicherbrief nichts Unpaulinisches enthält, daß

[1] Dagegen fällt meines Erachtens der Einwurf, Paulus könne nicht gleichzeitig I, 5. 1 ff. und II, 2, 1 ff. geschrieben haben, nicht ins Gewicht. Die beiden Stellen widersprechen sich keineswegs, zumal wenn sie an verschiedene Gruppen gerichtet sind.

aber anderseits seine Echtheit nur gehalten werden kann, wenn er zeitlich ganz oder fast mit dem 1. zusammenfällt, so ist der einzige Ausweg der, daß er innerhalb der Christenheit Thessalonichs eine andre Adresse hat als der erste. Will man diese Adresse aus irgendwelchen Gründen als judenchristliche nicht gelten lassen, so mag man ohne nähere Bestimmung an eine ἐκκλησία κατ' οἶκον in Thessalonich denken; aber es scheint mir, daß dabei wesentliche Züge des Briefs verwischt werden. Erhebt sich nun bei der Annahme, der 2. Brief sei an einen Teil der Christenheit in Thessalonich gerichtet[1], auch nicht eine einzige positive Schwierigkeit aus dem Wortlaute des Briefs selbst, so dürfen Erwägungen darüber, was passenderweise in einem solchen Briefe stehen müßte, nicht ins Gewicht fallen. Man darf doch nicht vergessen, daß den Adressaten das meiste von dem bekannt war, was wir vermissen, das manches dem mündlichen Wort des Überbringers des Briefs vorbehalten sein konnte, daß die inneren und äußeren Beziehungen des juden- und heidenchristlichen Teils der Gemeinde zur Zeit auf einen Beharrungspunkt gekommen sein konnten, der jede Besprechung unnötig oder unratsam machte, und daß endlich das, was wir zu hören wünschen bzw. fordern, aus einer sehr unvollkommenen Kenntnis der Verhältnisse stammt[2]. Ich glaube daher, die hier vorgeschlagene und durchgeführte Hypothese für wohlbegründet halten zu dürfen, wenn ihr auch ein schlagendes äußeres Zeugnis fehlt[3], ja es ist mir sogar nicht unwahrscheinlich, daß WREDE seine Kritik der Echtheit des Briefs revidiert hätte, wenn er auf die Möglichkeit einer verschiedenen Adresse des 1. und 2. Briefs innerhalb der Gemeinde von Thessalonich aufmerksam geworden wäre. Ist aber die Hypothese beifallswert, so erhalten wir über das Verhältnis von Judenchristen und Heidenchristen in den pauli-

[1] Daß der Brief an eine ganz andre Gemeinde, etwa an die von Beröa gerichtet sei, ist eine undurchführbare Annahme, wie nicht erst gezeigt zu werden braucht. Auch wäre in diesem Falle nicht abzusehen, warum man die richtige Adresse korrigiert hat.

[2] Daß nicht alle von WREDE nachgewiesenen Eigentümlichkeiten des Abhängigkeitsverhältnisses des 2. Briefs vom 1. durch die neue Hypothese ihre Erklärung erhalten, ist zuzugestehen; aber jeder kann sich leicht überzeugen, daß die Hauptschwierigkeiten erledigt sind, wenn der 2. Brief dem 1. auf dem Fuße gefolgt ist und wenn Paulus nicht nur unwillkürlich, sondern auch absichtlich — wie wohl verständlich — jenen Brief diesem möglichst gleich gestaltet hat. Übrigens hat WREDE in der Art, wie er den 2. Brief aus dem 1. abgeleitet hat, auch des Guten zuviel getan.

[3] Aber ἀπαρχή c. 2, 13 scheint mir ein einem äußeren gleichwertiges Zeugnis zu sein, und auch die einzigartige alttestamentliche Färbung sowie die Tatsache, daß sich nur in unserem Briefe unter allen paulinischen Schreiben eine so ausführliche jüdisch-apokalyptische Darlegung findet, wie c. 2, 1—12, kommen einem äußeren Beweise nahezu gleich. Man hat früher ein wichtiges Argument gegen die Echtheit des Briefs in dieser Diatribe gesehen; nun erklärt sich auch diese Singularität aus der Singularität unseres Schreibens als eines Paulusbriefs ausschließlich an Christen aus den Juden.

nischen Gemeinden, über die Stellung des Apostels zu jenen und über verwandte Fragen der Missionsgeschichte neue direkte und indirekte Aufschlüsse. Wir lernen ferner im 2. Thessalonicherbrief eine Urkunde schätzen, die nicht mehr als seltsam gefärbte und schwer begreifliche Wiederholung des 1. Briefs erscheint und daher (außer c. 2, 1—12) nur geringe Beachtung verdient, sondern die als paulinisches Schreiben an eine judenchristliche Minorität ihren selbständigen und einzigartigen geschichtlichen Wert besitzt. Mit einem Schlage erhält der 2. Thessalonicherbrief, wenn man ihm als Adresse die ἐκκλησία Θεσσαλονικέων τῶν ἐκ τῆς περιτομῆς (oder ähnlich) vorsetzt[1], seine bisher verkannte Hypostasie zurück und reiht sich den andern paulinischen Gemeindebriefen würdig an, denen er zwar nicht an lehrhaftem und spekulativem Gehalt, wohl aber als geschichtliche Urkunde — Paulus und das Judenchristentum in seinen eigenen Gemeinden! — gleichkommt. Die Andeutungen, die in diesem Sinne in der vorstehenden Abhandlung gegeben sind, müssen nun ausgeführt und in einen größeren geschichtlichen Zusammenhang gestellt werden. Ist es doch der einzige Fall, der uns lehrt, wie sich Paulus als apostolischer Seelsorger verhalten hat, wo in einer Gemeinde Judenchristen neben Heidenchristen, noch nicht verschmolzen, nebeneinander gestanden haben[2].

Zum Schluß bin ich dem Andenken Wredes eine dankbare Erklärung schuldig. Wenn er nicht seine Untersuchung über den 2. Thessalonicherbrief geschrieben hätte, wäre die meinige nie verfaßt worden. Er hat, tiefer als irgendein Gelehrter vor ihm in das Verhältnis des 2. Briefs zum 1. eindringend, mit unvergleichlichem Scharfsinn und siegreich gezeigt, daß die Echtheit des 2. Briefs nicht (oder doch kaum mehr) gehalten werden kann, wenn er einige Monate nach dem 1. an dieselbe Gemeinde geschrieben sein soll, vielmehr setze die Abfassung durch Paulus voraus, daß der Brief geschrieben sein muß, als Paulus

[1] Daß der Brief bereits nach wenigen Jahrzehnten einfach als zweites Schreiben an die Thessalonicher bezeichnet worden ist (weil es keine Judenchristen mehr gab), ist nicht auffallend und bedarf keiner Erklärung. Die an der Adresse vorzunehmende Änderung war ja ganz gering.

[2] Wie Wichtiges läßt sich bereits der Tatsache entnehmen, daß Paulus es für nötig erachtet hat, einen wesentlichen Teil des 1. Briefs für die judenchristliche Minorität einfach zu wiederholen, obgleich auch sie diesen Brief lesen sollte! Es folgt hieraus sofort, daß jene Minorität mindestens nicht regelmäßig der heidenchristlichen Gemeindeversammlung beiwohnte, daß sie vielmehr ihre eigene Versammlung und sozusagen ihr eigenes »Archiv« hatte. Da ferner Paulus die umgekehrte Weisung nicht erteilt, die Majorität solle auch den an die Judenchristen gerichteten Brief lesen, so ergibt sich, daß der Apostel das Besondere, was er diesen zu sagen hatte, für die Majorität nicht für geeignet hielt. Das ist wohl begreiflich: das religiöse und geschichtliche Verständnis der Judenchristen reichte weiter als das der Heidenchristen (II, 2, 1—12). Umgekehrt erscheint doch die heidenchristliche Gemeinde als die Gemeinde von Thessalonich und die judenchristliche Minorität als ihr Annex.

noch sozusagen in den unmittelbaren Nachwehen der Produktion des 1. Briefs stand; da aber eine solche Dittographie vollends unglaublich sei, bleibe nur das Urteil auf Unechtheit übrig. Diese Darlegung war überzeugend; aber überzeugend war und blieb auch anderseits der Eindruck von der Unerfindbarkeit und Echtheit des Briefs (keine Anstöße, sobald man den 1. Brief wegdenkt), und sie wurde durch die Tatsache gesteigert, daß es auch dem Scharfsinn Wredes nicht gelungen war, die Absicht und den Zweck der Fälschung, sei es auch den bescheidensten Ansprüchen gegenüber, begreiflich zu machen. Hier war also ein vollkommener Widerspruch gegeben; aber eben deshalb, weil der Widerspruch ein vollkommener war, mußte eine ganz neue Lösung gesucht, d. h. es mußte die bisherige selbstverständliche Grundlage der Kritik in Zweifel gezogen werden, daß der 1. und 2. Brief an dieselbe Adresse gerichtet seien. Sobald man nun beachtete, daß die Christenheit in Thessalonich aus einer kleinen jüdischen Minorität und einer größeren Anzahl von Heidenchristen (nach der Apostelgesch.) bestand, daß der 2. Brief im Unterschied vom 1. ein sehr starkes alttestamentlich-jüdisch-apokalyptisches Gepräge aufweist, und daß Paulus unmöglich derselben Gemeinde das Gesagte in ganz anderer Klangfarbe sofort wiederholen, aber noch weniger Widersprechendes schreiben konnte, war die Lösung gegeben: der Brief stammt von Paulus, ist wesentlich gleichzeitig mit dem 1. (jedoch nach ihm) verfaßt und durch denselben Boten (oder durch einen, der diesem auf dem Fuße folgte) überbracht worden, aber er galt nicht der Gesamtgemeinde in Thessalonich, sondern ihrem judenchristlichen Bestandteile, der Ἀπαρχὴ τῶν Θεσσαλονικέων, die auch in dem Briefe selbst genannt ist.

Exkurs I (zu II. Thess. 2, 13f.).

Ἡμεῖς δὲ ὀφείλομεν εὐχαριστεῖν τῷ θεῷ περὶ ὑμῶν, ἀδελφοὶ ἠγαπημένοι ὑπὸ κυρίου, ὅτι εἵλατο ὑμᾶς ὁ θεὸς ἀπαρχὴν εἰς σωτηρίαν ... εἰς ὃ καὶ ἐκάλεσεν ὑμᾶς διὰ τοῦ εὐαγγελίου ἡμῶν.

Ἀπαρχήν ist nach BGP und anderen gewichtigen Zeugen mit Lachmann, B. Weiss (Westcott-Hort in marg.) zu lesen; denn es ist die schwierigere LA; ἀπ' ἀρχῆς dafür einzusetzen (die Vertauschung findet sich auch sonst) lag hier besonders nahe, da ἀπαρχήν nicht leicht zu verstehen war und ἀπ' ἀρχῆς neben εἵλατο gefordert schien. Daß ἀπαρχήν gelehrte Konjektur sei (Dobschütz), leuchtet gar nicht ein; Bornemann verwirft es, »weil der geschichtliche Tatbestand diese LA auszuschließen scheint«. Eine lehrreiche Bemerkung, von der unten Gebrauch gemacht werden wird. Wrede ist merkwürdigerweise hier ganz schweigsam gewesen.

Mit 2, 13 kehrt Paulus wieder zum Anfang des Briefes zurück (1, 3: εὐχαριστεῖν ὀφείλομεν κτλ.) und beginnt ihn gleichsam von neuem. Er redet daher auch die Adressaten aufs neue an. In solchen Fällen stellt sich leicht eine Bemerkung über ihren Zustand oder eine geschichtliche, sie betreffende Charakteristik ein. Das letztere ist hier geschehen: »Gott hat euch als die Ersten zum Heil erwählt.« Wie überall bei Paulus ist ἀπαρχή als Bezeichnung von Personen rein zeitlich zu verstehen. Röm. 16, 5 heißt Epänetus ἀπαρχὴ τῆς Ἀσίας εἰς Χριστόν, I. Kor. 16, 15 heißt das Haus des Stephanas ἀπαρχὴ τῆς Ἀχαΐας, I. Kor. 15, 10. 23 wird Christus ἀπαρχὴ der Entschlafenen genannt. Also ist unsre Stelle zu paraphrasieren: »Gott hat euch als die Ersten, d. h. früher als die anderen, zum Heil sich erwählt, wozu er (εἰς ὅ partikelartig, s. Blass) euch auch durch unser Evangelium berufen hat.« Bei den Worten εἵλατο ἀπαρχήν hat Paulus schon an das folgende ἐκάλεσεν gedacht, zu welchem ἀπαρχήν eigentlich gehört.

Aber inwiefern konnte Paulus sagen, seine Adressaten seien die Erstbekehrten? Die Christen in Thessalonich in ihrer Gesamtheit waren das nicht, auch wenn man nur an Europa denkt, denn die Mission in Philippi war vorangegangen. Daher bemerkte Bornemann, der geschichtliche Tatbestand schließe die LA ἀπαρχήν aus, und Dobschütz ruft — ahnungsvoll, aber ablehnend — aus: »Als ob ὑμᾶς nur die Erstbekehrten in Thessalonich, nicht die Gesamtgemeinde wären!« Nun aber hat sich aus einer Reihe von Erwägungen ergeben, daß der 2. Brief nicht an die Gesamtgemeinde Thessalonichs gerichtet sein kann. Unsere Stelle aber — ihre Bedeutung habe ich erst erkannt, als ich die neue Hypothese längst ohne sie gewonnen hatte — fordert geradezu die Spezialisierung der ἀπαρχή auf einen bestimmten Kreis in Thessalonich; denn die Beziehung auf die Gesamtgemeinde ist unmöglich[1]. Der zu supplierende Genitiv τῶν Θεσσαλονικέων (wie τῆς Ἀσίας, τῆς Ἀχαΐας usw.) brauchte hier nicht zu stehen, weil er sich ganz von selbst ergab. Unser Brief sagt mithin selbst, daß er nicht an die ganze Christenheit in Thessalonich, sondern an die Erstbekehrten daselbst gerichtet sei, und daß das Judenchristen waren, ergibt sich sowohl aus dem Gang der Mission in der Stadt als auch aus der Klangfarbe des Briefes.

Also enthält unser Brief doch noch jetzt an versteckter Stelle die wirkliche Adresse. Die beiden Briefe bieten somit drei Stellen, die

[1] Sehr wichtig ist es auch, die genaue Parallelstelle im ersten Brief (1, 4) zu vergleichen. Hier steht ἐκλογὴ ὑμῶν, dafür hat Paulus im 2. Brief absichtlich ἀπαρχή eingesetzt. Also sind die Adressaten des ersten Briefs nicht »die Erstbekehrten« wie die des zweiten!

darauf hindeuten, daß die Christenheit in Thessalonich noch keine organische Einheit gewesen ist, als Paulus sie verfaßte, sondern noch in zwei Gruppen getrennt war, die zwar im Glauben auf einem gemeinsamen Boden standen, aber keine enge Fühlung untereinander besaßen und von Unbrüderlichkeit und Mißtrauen gegeneinander nicht frei waren. Die erste Stelle steht I, 5, 27. Aus ihr geht hervor (vgl. B. Weiss), daß Paulus Grund zu dem Verdachte hatte, daß sein Brief nicht allen bekanntgegeben würde, d. h. also: es war eine Gruppe vorhanden, der gegenüber die große Gemeinde es an Brüderlichkeit fehlen ließ und mit der sie nicht alles teilte, weil sie sich nicht als volle Einheit mit ihr fühlte. Die zweite Stelle ist die unsrige; sie determiniert jene Gruppe als die der Erstbekehrten in der Stadt, und daß diese geborene Juden gewesen sein müssen, ergibt sich aus der Missionsgeschichte, aus der Haltung des 2. Briefs und aus der Erwägung, daß eine andere Scheidewand zwischen den Erstbekehrten und den Späterbekehrten als die Nationalität unerfindlich ist. Diese Gruppe bedeutete in zeitlichem Sinne für Thessalonich, was das Haus des Stephanas für Korinth bedeutete; aber ihr wirkliches Verhältnis zur Gemeinde war ein ganz anderes; denn als Gruppe geborener Juden stand sie neben der Gemeinde, und auch das Verhältnis des Apostels zu ihr war nicht so herzlich wie zur Hauptgemeinde. Die dritte Stelle ist II, 3, 17; sie muß mit I, 5, 27 zusammengehalten werden: die heidenchristliche Gemeinde mußte ermahnt werden, auch den Judenchristen den Hauptbrief mitzuteilen, und diese werden — so vermutet Paulus — jenen gegenüber mißtrauisch sein, ob das wirklich vom Apostel stammt, was ihnen als apostolisch mitgeteilt wird. Merkwürdige Spannungen, die aber doch nicht unverständlich sind, wenn man sich erinnert, wie das Verhältnis von Juden und Heiden in den Griechenstädten war, und wenn man erwägt, wie unwahrscheinlich die Vorstellung ist, der christliche Glaube habe überall mit einem Schlage alle Spannungen und alles Mißtrauen zwischen den alten Gegnern zu beseitigen vermocht!

Exkurs II.

Ich habe es in der Untersuchung offen lassen müssen, ob der 2. Brief zusammen mit dem 1. durch denselben Boten nach Thessalonich gesandt oder ob er ihm nach kürzester Zeit gefolgt ist. Auch beim Abschluß der Untersuchung vermag ich eine sichere Entscheidung nicht zu geben, neige mich aber der letzteren Annahme zu. Es spielt hier das Problem der Stellen des 2. Briefes hinein, in denen Briefe erwähnt werden; auch über dieses Problem vermag man nicht

ganz ins klare zu kommen. Es läßt sich folgender Gang der Dinge denken: Paulus schrieb den 1. Brief, ordnete in ihm an, daß auch die judenchristliche Minorität ihn lesen sollte und sandte ihn ab. Wenige Tage darauf sandte er dem 1. einen besonderen Brief an die Minorität nach auf Grund der Erwägungen, daß der 1. Brief der Minorität nicht gerecht geworden sei, daß sie die Ehre eines besonderen Schreibens verdiene und eine besondere seelsorgerische Zusprache nötig habe, wohl auch, daß der 1. Brief sie durch eine Stelle beunruhigen könne. Er faßte den Brief dabei absichtlich so ab, daß er mutatis mutandis als ein Parallelschreiben zum ersten erschien, den er bereits als der Minorität bekannt voraussetzt und durch solche Voraussetzung beglaubigt. Dennoch hielt er es am Schlusse des Schreibens nicht für überflüssig, etwaigem Mißtrauen durch die Bemerkung über die Unterschrift seiner Briefe zu begegnen. So erhält man ein glaubhaftes Bild vom Gange der Dinge; aber dieser Gang kann auch ein etwas anderer gewesen sein: Paulus kann beide Briefe gleichzeitig abgesandt und dabei vorausgesetzt haben, die Minorität werde den für sie bestimmten Brief erst nach Kenntnisnahme des ersten erhalten und lesen. Die hier übrig bleibende Unsicherheit vermag jedoch die Erkenntnis nicht zu trüben, daß die beiden Briefe verschiedene Adressen haben.

Bericht über die von der Königlichen Akademie der Wissenschaften in den Wintern 1908/09 und 1909/10 nach Nubien entsendete Expedition.

Erstattet von den HH. H. Schäfer und H. Junker.

(Vorgelegt von Hrn. Erman am 12. Mai 1910 [s. oben S. 525].)

Durch die Erhöhung des Staudammes bei Assuan um 7 m, mit deren Ausführung in den letzten Jahren begonnen ist, werden weite Strecken des nördlichen Nubiens einen großen Teil des Jahres hindurch unter Wasser gesetzt werden.

Von den zahlreichen Tempeln dieser Gegend werden viele, die bisher noch nie vom Wasser erreicht wurden, bei dem höchsten Stande der Stauung mehrere Meter tief im Wasser stehen, z. B. der große Tempel von Kalâbsche etwa 3, der von Dakke etwa 2 m. Vor allem werden die Tempelanlagen auf der Insel Philä, von denen jetzt schon bei Hochwasser nur die Säulenhalle des großen Tempels nicht von stehendem Wasser bedeckt ist, bis unmittelbar unter die Kapitelle vom Wasser bespült werden.

Wie man auch über die Maßregeln denken mag, durch die man versucht hat, die Gebäude als solche widerstandsfähig gegen die Fluten zu machen, so ist doch sicher, daß die Inschriften und Darstellungen, mit denen ihre Wände bedeckt sind, dem Verderben geweiht sind. Man bemerkt heute schon, wie die Oberfläche der Mauern am Fuße des großen Tempels von Philä an einigen Stellen mürbe wird und wie z. B. an der Rückwand der großen südlichen Kolonnade sich große Stücke loslösen.

Diese inhaltlich wertvollen Urkunden der Wissenschaft zu retten, dazu wollte die Königliche Akademie der Wissenschaften zu ihrem Teile beitragen durch die Expedition, die sie in den Wintern 1908/09 und 1909/10 nach dem nördlichen Nubien entsandt hat.

Das Unternehmen wurde dadurch ermöglicht, daß die Königliche Staatsregierung und der Preußische Landtag besondere Mittel bewilligten. Unter Oberleitung des Hrn. Erman wurde es vorbereitet und im ersten

Arbeitsjahre geführt von Hrn. H. Schäfer, im zweiten geleitet und abgeschlossen von Hrn. H. Junker.

Die Weisungen, die den Expeditionsleitern übergeben wurden, bestimmten die Ziele folgendermaßen:

»*a) Die Gewinnung von mechanischen Abbildern sowie von Abschriften oder Zeichnungen der Inschriften des unteren Nubiens, vor allem derer, die durch die Erhöhung des Staudammes bei Assuan in ihrer Erhaltung oder in ihrer Erreichbarkeit gefährdet erscheinen.*

Und zwar sind in erster Linie die hieroglyphischen Inschriften der griechisch-römischen Zeit zu sichern. Die übrigen hieroglyphischen, die hieratischen, demotischen, koptischen, griechischen und sonstigen Inschriften sind erst zu berücksichtigen, wenn anzunehmen ist, daß durch den Aufwand an Zeit und Geld nicht die Hauptaufgabe geschädigt wird.

b) Die Gewinnung von treuen Kopien der altnubischen Sprachdenkmäler. Doch darf dabei über die Südgrenze des zweiten Katarakts durch Reisen erst hinausgegriffen werden, wenn alle anderen unter a genannten Ziele der Expedition erledigt sind.

Dagegen ist das Studium der Sprache und der Sitten der heutigen Barabra von Anfang an eine der Aufgaben der Expedition, soweit dadurch die Erreichung der Hauptziele nicht beeinträchtigt wird.«

Der folgende Bericht zeigt, wie weit die gesteckten Ziele erreicht worden sind.

A. Verlauf der Expedition.

Im Sommer 1908 traf die Expedition, die aus den HH. Schäfer und Junker sowie dem Photographen Hrn. F. Koch bestand, am 22. August in Kairo ein, wo eine Woche mit der Abfertigung des Gepäckes verging. Am 1. September war man in Assuan, aber erst am 5. September konnte die Expedition nach der Insel Philä, ihrem ersten und wichtigsten Arbeitsplatz, übersiedeln. Einige Tage kosteten dann noch die recht umständlichen Einrichtungsarbeiten.

Am 16. Dezember, nach hunderttägiger Arbeit, mußte die Insel verlassen werden, nachdem schon einige Zeit vorher das bereitliegende Hausboot (Dahabîje) hatte bezogen werden müssen, da infolge der einsetzenden Stauung das Wasser außerordentlich schnell stieg.

An dem genannten Tage wurde die Fahrt nach Süden angetreten mit der Dahabîje und zwei Lastbooten. Diese Fahrt sollte vor allem dazu dienen, einen genauen Überblick über das Arbeitsfeld des nächsten Jahres zu gewinnen.

Die Lastboote, die die eingeborenen Arbeiter und das große Gepäck trugen, wurden nur bis Dendûr mitgenommen. Unter Aufsicht des

in Philä geschulten Vorarbeiters nahm die Mannschaft von den Reliefs des Tempels von Dendûr Papierabdrücke, und die Boote kehrten von dort nach Schellâl zurück. Die Leute erledigten unterwegs noch im Tempel von Debôd die Abklatscharbeit. Die gewonnenen Abklatsche wurden zur Revision im nächsten Jahre verpackt.

Die Fahrt der Dahabîje dehnte sich bis nach Wadi-Halfa am zweiten Katarakt aus. Bis Maharraga, dem alten Hierasykaminos, wurden sämtliche Tempel untersucht. Darüber hinaus kamen nur die Stätten Âmada, Ibrîm und Wadi-Halfa wegen ihrer mittelnubischen und meroïtischen Inschriften in Betracht.

Die Fahrt nach Süden hatte ungewöhnlich stark unter widrigen Winden zu leiden, so daß Wadi-Halfa erst am 3. Januar 1909 erreicht werden konnte. Der 4. und 5. Januar wurde für einen Ausflug zu Kamel nach den christlichen Heiligengräbern bei Gemmâi auf dem Westufer des zweiten Katarakts benutzt, und am 7. wurde die Heimreise angetreten.

Da die Windaussichten für eine Fahrt nach Norden in Nubien an sich schon gering sind und sich nun auch noch als besonders schlecht erwiesen, wurde am 9. die Hilfe eines Frachtdampfers angerufen, mit dessen Kraft die Dahabîje dann in 1½ Tagen wieder bei Philä eintraf. Dort wurden die Lastboote aufgenommen, und die Dahabîje lag am 11. Januar abends vor Assuan. Die Lastboote trafen, durch Wind aufgehalten, erst am nächsten Tage dort ein.

Eine Woche ging mit dem Packen und dem Verstauen des Gepäckes darauf, das teils in einem trocknen oberen Raum des großen Tempels von Philä, zum größten Teil aber in Assuan untergebracht wurde, und am 17. gingen die HH. Junker und Koch mit der Dahabîje weiter nach Norden, um die noch überschüssigen Platten, die Mietszeit der Dahabîje und die Dienstzeit des Hrn. Koch zu Arbeiten im großen Horustempel von Edfu auszunutzen.

Hr. Schäfer blieb in Assuan, um seine Arbeiten in der neunubischen Sprache zu einem gewissen Abschluß zu bringen.

Am 27. Januar war die Expedition in Edfu wieder vereinigt. Am folgenden Tage wurden die Dahabîje und die Leute entlassen, und am 6. Februar konnte die Expedition in Kairo für dieses Jahr aufgelöst werden.

Im Sommer 1909 bestand die Expedition außer ihrem Leiter Hrn. Junker aus dem Photographen Hrn. Koch sowie Hrn. P. Timme, Hauptmann und Kompaniechef im Infanterieregiment Nr. 55, der auf

Antrag der Königlichen Akademie der Wissenschaften durch Allerhöchste Kabinettsorder zur Teilnahme an der Expedition beurlaubt worden war.

Diesmal waren die Mitglieder am 26. August in Kairo versammelt. am 4. September traf man in Assuan ein, um drei Tage darauf nach Philä zu gehen. Die Einrichtung nahm, da alles vom vorigen Jahre vorbereitet war, nur kurze Zeit in Anspruch, nach zwei Tagen schon konnte mit der Arbeit begonnen werden.

Die Insel wurde nach rund 80 Tagen am 24. November verlassen, nachdem die Arbeiten, die auch die Tempelreste der benachbarten Insel Bigge umfaßten, beendet waren.

Es war nach den Erfahrungen des vergangenen Jahres auf die Benutzung einer Dahabîje verzichtet worden. Ein mit Hilfe von Brettern und Segeltuch aus dem Expeditionsmaterial wohnlich eingerichtetes Lastboot trug die Expeditionsmitglieder, ein zweites das große Gepäck, ein drittes die eingeborenen Arbeiter.

Am 25. morgens landete man in Debôd, das noch am selben Tage um Mittag nach Beendigung der photographischen Aufnahmen sowie Revision und Beschriftung der im vorigen Jahre gemachten Abklatsche wieder verlassen wurde.

Am Abend wurde Kalâbsche erreicht. Am 6. Dezember waren auch hier die Arbeiten beendigt, die durch die vollkommene Aufräumung aller Trümmer im Tempel außerordentlich erleichtert wurden.

Am Abend des 6. Dezembers begann die Einrichtung in Dendûr, und da hier die Verhältnisse ebenso lagen wie in Debôd, konnte die Expedition schon am Abend des 7. weiter nach Süden gehen.

Am Vormittag des 8. traf man in Dakke ein, das bis zum Abend des 12. Dezembers erledigt war. Mannschafts- und Lastboot wurden nach Schellâl zurückgeschickt, und auch Hr. Junker begab sich am Abend des 11. mit dem Dampfer nach Schellâl, um die Verpackung des Materials zu leiten und zu neunubischen Sprachstudien.

Hr. Koch segelte am Abend des 12. weiter nach dem jüngst freigelegten Es-Sebûᶜ, wo ein längerer Aufenthalt zu einigen Aufnahmen und vor allem zum Entwickeln von Platten verwendet wurde.

Auf der Rückreise wurden die wenigen in Maharraga nötigen Aufnahmen erledigt. Aber erst am 23. Dezember wurde Philä wieder erreicht.

Nun wurde die Verpackung des Materials abgeschlossen, dessen letzte Stücke am 4. Januar 1910 dem Spediteur übergeben werden konnten. Die letzten Arbeiten wurden durch Hrn. Koch besorgt, da Hr. Junker schon einige Tage vorher, durch einen Termin zu anderer Arbeit gebunden, nach Kairo gefahren war.

B. Ergebnisse der Expedition.

Die Ergebnisse der Expedition enthalten den Weisungen gemäß in erster Linie mechanische Kopien der hieroglyphischen Inschriften und Darstellungen. Dazu kamen gelegentlich Handkopien der Inschriften. Die demotischen, griechischen, meroïtischen und mittelnubischen Inschriften sowie die neunubischen Sprachstudien bilden einen besonderen Abschnitt.

I. Die Hauptarbeit.

a. Photographische Arbeiten.

Bei den photographischen Aufnahmen wurde vor allem darauf gesehen, daß die Reliefs in möglichster Deutlichkeit wiedergegeben würden. Es sind deshalb fast nie mehrere Darstellungen zusammengefaßt, sondern nach Möglichkeit nur die einzelnen für sich auf je eine Platte gebracht worden. Große Darstellungen und Inschriften sind wieder in sich zerlegt worden. Jede Wand ist also aus vielen Teilaufnahmen zusammengesetzt, für deren Ordnung, wo es nötig schien, eine Gesamtaufnahme dient.

Die verwendeten Plattengrößen sind 21×27 und 13×18 cm.

Jede Platte ist numeriert, mit Angabe des Ortes versehen und inventarisiert.

Unverzeichnete Bilder zu erzielen war oft nur unter großen Schwierigkeiten möglich. Dabei haben vor allem die aus Deutschland mitgenommenen Gerüste geholfen. Ohne sie hätte die Aufgabe nicht gelöst werden können. Es waren Gerüste gewählt worden, die die Berliner Firma L. Altmann aus ihren Vorräten geliefert hat und die wegen ihrer vielseitigen Brauchbarkeit, der Leichtigkeit, mit der sich aus den Teilen die verschiedensten Formen, vom langen Laufbrett bis zum freistehenden Turm, herstellen lassen, ihrer Einfachheit und des verhältnismäßig geringen Gewichts für alle ähnlichen Zwecke empfohlen werden können.

Umständliche Bauten aus Segeltuch mußten oft Reflexe und schädliches Nebenlicht abhalten. Viele Aufnahmen wurden mit Magnesiumlicht und weißen Leinwandblendern hergestellt. Vor allem aber wurde mit dem größten Nutzen Spiegelung, die oft über drei bis vier Spiegel ins Innere der Räume Sonnenlicht brachte, verwendet.

Die Platten sind sämtlich noch während der Reise entwickelt, um etwa Mißlungenes wiederholen zu können. Auch einzelne Probeabzüge wurden gemacht.

Als Dunkelkammern konnten dabei auf Philä, in Kalâbsche und Dakke kleine unbeschriebene alte Räume benutzt werden. Nur in Es-Sebûᶜ wurde ein tragbares Dunkelzelt angewendet.

Es sind in der beschriebenen Weise die folgenden Tempel Wand für Wand ausphotographiert worden:

1. Philä ganz, bis auf einige Felder der Säulen in der großen Halle hinter dem 1. Pylon und einige ganz zerstörte in der langen Südkolonnade. Aber diese Teile sind durch Abklatsche und Handkopien gesichert.

Es handelt sich auf der Insel um folgende Tempel:

Tempel des Nektanebos an der Südspitze.

Die südliche lange Kolonnade, Säulen und Rückwand.

Tempel des Arsnuphis.

Tempel des Imhotep.

Das Tor des Philadelphus.

Der sogenannte Kiosk.

Der große Isistempel, und zwar: der große Pylon, der Vorhof mit seiner östlichen Kolonnade und den an sie anstoßenden Kammern, das sogenannte Geburtshaus mit seinen äußeren Säulengängen, der zweite, kleinere Pylon, die große Säulenhalle, die hinteren Tempelräume und die Osiriszimmer auf dem Dache. Endlich die ganze Außenseite des Tempels.

Der sogenannte Hathortempel.

Das sogenannte Hadrianstor, westlich vom großen Tempel.

Die herumliegenden einzelnen Blöcke beim Arsnuphistempel, dem Hathortempel, dem zerstörten Harendotestempel und den koptischen Kirchen (für Philä rund 1600 Platten).

2. Bigge. Alle Darstellungen und Inschriften der Tempelruine (rund 40 Platten).

3. Debôd. Der ganze Tempel (rund 15 Platten).

4. Kalâbsche. Der ganze Tempel (rund 180 Platten).

5. Dendûr. Der ganze Tempel (rund 35 Platten).

6. Dakke. Der ganze Tempel (rund 84 Platten).

7. Meharraga. Die wenigen Reliefs (2 Platten).

8. Es-Sebûᶜ. Ausgewählte Aufnahmen (12 Platten).

Dazu kommen rund 25 einzelne Aufnahmen in Âmada, Gebel Adde, Ibrîm und Gemmâi, die sich meist auf mittelnubische Inschriften beziehen, und endlich rund 50 Aufnahmen von Volkstypen und Ähnlichem.

Im ganzen sind also über 2000 gelungene photographische Platten vorhanden.

Erwähnt mag sein, daß am Ende des ersten Jahres die photographische Ausbeute des Winters fast vernichtet worden wäre, da das Schiff voll Wasser lief. Die völlig durchnäßten Platten sind nur durch die Gewandheit des Hrn. Koch gerettet worden. Eine einzige unwesentliche blieb unbrauchbar.

b. Abklatscharbeiten.

Für die Papierabdrücke wurde das relativ beste Abklatschpapier verwendet, das auf Veranlassung des Hrn. Euting von einer Straßburger Firma geliefert wird. Auch dies genügt nicht in jeder Beziehung, aber trotz vieler Erkundigungen und Versuche ist uns kein besseres bekannt geworden.

Zu den allgemeinen Hindernissen des Abklatschens von ganzen Wänden, wie z. B. dem besonders auf Philä recht starken Winde, gegen den wir uns öfter durch weit ausgespannte Zelttücher und Segel zu schützen suchten, kamen noch einige besondere Schwierigkeiten.

An den Tempeln der Insel Philä, die ja schon mehrere Jahre hindurch überschwemmt werden, ist die Hochwassergrenze überall durch eine eigentümliche braunrote Färbung des Steines markiert. Durch uns unbekannte Bestandteile des Steines oder des Wassers wird an solchen Stellen das Abklatschpapier nicht nur braun gefärbt, sondern auch wie mit Öl getränkt, so daß es sich so gut wie gar nicht trocknen läßt. Selbst wenn wir es durch Ausbreiten in der Sonne vorübergehend getrocknet hatten, nahm es im Schatten bald wieder die frühere ölige Feuchtigkeit an.

Die unterhalb dieses breiten braunen Streifens liegenden Mauerteile, besonders aber die Säulen der langen südlichen Kolonnade, setzten dem Abklatschen wieder in anderer Weise Widerstand entgegen. Die kleinen, an diesen Stellen während der Überschwemmung abgelagerten Algen verbanden beim Schlagen das Papier fest mit dem Stein, so daß der Abklatsch oft nur unter Verlusten sich loslösen ließ. Da dieses Festhaften besonders in den ebenen Flächen zwischen Darstellungen und Inschriften auftrat, so wurde hier ein Verfahren angewendet, das sonst nur bei ganz großen Reliefs sowie solchen verwendet wurde, die viele Farbenreste zeigten: es wurden nur die Inschriften abgeklatscht, für die Darstellungen trat die Photographie ein.

Jedes einzelne Abklatschblatt ist mit der nötigen Marke, die seine Herkunft bezeichnet, versehen. Transportiert wurden die fer-

tigen Blätter in verlöteten Blechkisten, die wieder in Holzkisten eingepaßt waren.

Die Abklatscharbeiten umfaßten:

1. Philä ganz, mit Ausnahme der Außenwände des großen Tempels und der Architrave der großen Halle.
2. Bigge. Die Tempelreste der Insel ganz.
3. Debôd ganz.
4. Kalâbsche ganz, soweit es nicht die erhaltenen Farben verboten.
5. Dendûr ganz.
6. Dakke ganz.

Im ganzen sind etwa 8000 Bogen Abklatschpapier verbraucht worden.

c. Handkopien.

Abschriften von Inschriften wurden nur in beschränktem Umfange hergestellt und nur an Stellen, bei denen im ganzen weder von der Photographie noch vom Abklatsch ein genügendes Resultat zu erwarten war, z. B. bei dem ganzen Tempelchen des Nektanebos, den Säulen der langen Kolonnade und den Säulen der großen Halle sowie Teilen des Arsnuphistempels, sämtlich auf Philä.

II. Die Nebenarbeiten.

Es erwies sich sehr bald, daß die in den Weisungen vorgesehenen Nebenarbeiten stark zurücktreten mußten, wenn, bei der Begrenzung der Expedition durch die verfügbaren Mittel, die Hauptarbeit nicht Schaden leiden sollte.

Es konnte aber doch noch wenigstens ein Teil geleistet werden.

a. Die griechischen Inschriften.

Die griechischen Inschriften sind von der Expedition nicht bearbeitet worden. Einiges wurde von selbst beim Photographieren und Abklatschen mitgegriffen. Vor allem aber hat Hr. Dr. F. Zucker, der auf 14 Tage während der Arbeit in Philä unser Gast war, die dort vorhandenen griechischen Inschriften mit der Lepsiusschen Publikation verglichen oder neu abgeschrieben.

b. Die demotischen Inschriften.

Von den demotischen Inschriften sind die eingemeißelten fast sämtlich abgeklatscht und zum großen Teil photographiert.

In vortrefflichen Abklatschen und Photographien großen Maßstabes besitzen wir so z. B. die bilinguen, hieroglyphischen und demotischen ptolemäischen Erlasse an der östlichen Außenwand des Geburtshauses.

Von den nur mit Farbe geschriebenen konnte nur ein geringer Teil photographiert werden.

c. Die meroïtischen (altnubischen) Inschriften.

Die auf Philä und in Dakke vorhandenen meroïtischen Inschriften sind sämtlich photographiert und abgeklatscht, darunter eine ganze Reihe bisher nicht veröffentlichter.

Die Hoffnung, im Tempel von Wadi-Halfa die von Schäfer im Jahre 1900 dort beobachteten zahlreichen meroïtischen, mit roter Farbe geschriebenen Graffitti diesmal kopieren zu können, erwies sich als eitel. Die Inschriften, die seit Jahren schutzlos der Sonne preisgegeben waren, sind in der Zwischenzeit so gut wie völlig verblaßt.

In Ibrîm konnten zwei ebenfalls im Jahre 1900 festgestellte, noch unveröffentlichte Malereien photographiert werden, die durchaus den Stil der sonst nur viel weiter südlich vorkommenden meroïtischen Reliefs zeigen.

d. Mittelnubische Inschriften.

Dieser Teil hat am meisten unter der Ungunst der Verhältnisse gelitten. Es konnte festgestellt werden, daß die langen eingemeißelten Inschriften, die das Tempeldach von Âmada, einst den Fußboden christlicher Kapellen, bedecken, fast sämtlich nubisch sind, während sie bisher für griechisch galten. Doch sind die Inschriften so schlecht erhalten, daß längere Zeit nötig gewesen wäre, sie zu kopieren, als uns zur Verfügung stand. So gut es ging, wurden Photographien genommen.

Ähnlich erging es mit den Inschriften in Gebel Adde und denen in den Grabkapellen von Gemmâi und dem Tempel von Es-Sebûᶜ.

e. Neunubische Sprachstudien.

Die neunubischen Sprachstudien erstreckten sich fast ausschließlich auf den nördlichsten, Kenûsi genannten Dialekt, einerseits weil die Expedition sich in seinem Gebiet bewegte, anderseits weil gerade dieser Dialekt durch die künftige Überschwemmung des Landes und die damit verbundene Verdrängung und Zerstreuung der Bevölkerung am meisten in seiner Reinheit bedroht ist.

Wir konnten rund 600 kürzere und längere freie Sprachproben sammeln, deren Inhalt sich auf die verschiedensten Seiten des Lebens bezieht und daher auch kulturgeschichtlich von Interesse ist.

Daneben aber besitzen wir eine vollständige Übersetzung der vier Evangelien und der Apostelgeschichte in dem eigenhändig mit lateinischen Buchstaben geschriebenen Text des Übersetzers Samuêl (Selimân) ʿAli Hissên aus Abu-hôr, drei von den genannten Schriften auch in unserer Niederschrift nach dem Diktat des Samuêl.

Im nubischen, mit arabischen Buchstaben geschriebenen Text haben wir Geschichten eines Erzählers Mursi aus Schellâl.

Dem Studium der mittelnubischen, auf der Königlichen Bibliothek zu Berlin befindlichen Bruchstücke des Neuen Testaments sollen zwei Übersetzungen dieser Textstellen dienen, die eine in den Dialekt von Abu-hôr von Samuêl in seiner lateinischen Niederschrift, die andere in den Fiadikkadialekt in dem arabisch geschriebenen Manuskript des Verfassers Mohammed ʿAbdo Hamadûn aus Ermenne und einer genauen phonetischen Nachschrift von Dr. Abel in Kairo.

Zum Schluß gelang es nach manchen vergeblichen Versuchen Hrn. Junker, auch Sprachproben von einem der südlichsten Dialekte aus dem Gebiet der noch negerhaften Nôba aus Kordofân zu gewinnen.

Der Gesundheitszustand der Expeditionsteilnehmer war bis auf die unvermeidlichen Störungen, die mit starker körperlicher Arbeit in der heißen Zeit verbunden sind, im allgemeinen gut, doch war schließlich Hr. Timme leider durch wiederholtes Unwohlsein gezwungen, die Expedition kurz vor dem Abschluß der Arbeiten auf Philä zu verlassen. Er kehrte am 21. November nach Kairo zurück. Während des Aufenthalts auf Philä hat uns und unseren Leuten Hr. Dr. Fröhlich von der protestantischen Sudanpioniermission öfter seinen ärztlichen Beistand geleistet.

Daß die Expedition ihr Hauptziel erreichen konnte, dankt sie allseitiger Unterstützung und freundlichem Entgegenkommen. Vor allem hat Hr. Generaldirektor Maspero ihr überall die Wege geebnet und Hr. A. Weigall, Chefinspektor der Altertümer des Landes, durch Anweisung der Unterbeamten und wiederholte persönliche Bemühungen tatkräftig geholfen.

Das vorgesetzte kgl. Ministerium und das k. k. Ministerium für Kultus und Unterricht zu Wien haben den beiden Leitern der Expeditionen bereitwilligst Urlaub gewährt.

Die Königlich Preußische Militärverwaltung hat durch Beurlaubung des Herrn Timme wieder ihr Interesse für wissenschaftliche Auf-

gaben bewiesen, und die deutschen Behörden in Kairo, die diplomatische Agentur wie das Konsulat und auch das Kaiserlich Deutsche Institut für ägyptische Altertumskunde, haben den an sie herantretenden Wünschen der Expedition stets Gehör geschenkt.

Dadurch, daß der größte Teil der im Lande noch lagernden Ausrüstung der Expedition der Universität Chikago von uns übernommen werden konnte, ist uns die Arbeit vielfach erleichtert worden. Wir sind der Universität und dem Leiter ihrer Expedition, Hrn. J. H. Breasted, dafür zu besonderem Dank verpflichtet.

Den Herren der protestantischen Mission in Assuan haben unsere neunubischen Sprachstudien es zu danken, wenn wir trotz der Kürze der Zeit, die uns dafür zur Verfügung stand, so reiches Sprachmaterial mitbringen konnten. Die Mission hat uns den als eingeborener Helfer in ihren Diensten stehenden Samuêl ʿAli Hissên zu unseren Arbeiten zur Verfügung gestellt.

Auch die Herren der dortigen katholischen Mission haben in vielen Fällen der Expedition freundlich geholfen. P. Huber aus Omm-Durmân sind wir für einige Aufzeichnungen aus dem Dialekt vom Gebel Delen in Kordofân verpflichtet.

Die Herren G. Bénédite und G. A. Reisner haben uns manchen guten Rat gegeben. Nicht zum wenigsten aber haben wir Frl. M. Neufeld in Assuan herzlich zu danken für stets bereite und aufopfernde Hilfe in mancher Verlegenheit.

Es erwies sich am Schluß, daß die verfügbaren Mittel gerade für das Geleistete ausreichten, keine Woche länger hätte die Expedition dauern dürfen.

Das Hauptziel der Expedition hat durchaus erreicht werden können. Alle Inschriften und Darstellungen der oben aufgezählten Tempel sind mindestens in einem der beiden, die meisten sogar in beiden mechanischen Verfahren gesichert. Es existiert also nun in Berlin ein Archiv, in dem die Darstellungen und die hieroglyphischen Inschriften der dem Untergang entgegengehenden nubischen Tempel der Nachwelt und dem Studium erhalten bleiben. Besonders wichtig erscheint es, daß auf diese Weise die Inschriften der Insel Philä gerettet worden sind, die sich über die ganze Zeit von Ptolemäus I. bis zum Schluß der Kaiserzeit erstrecken und bei der Lage der Insel zwischen Ägypten und Nubien mancherlei Eigentümliches haben. Die Tempel von Debòd und Dakke haben uns die Inschriften der selbständigen, aber ganz unter ptolemäischem Einfluß stehenden Äthiopenkönige der Ptolemäerzeit erhalten, und auch religionsgeschichtlich bergen alle Tempel, besonders die von Philä, aber auch die von Dendûr und Kalâbsche und Dakke, wichtiges Material.

Hr. Maler E. Rexhausen, der auf eigene Kosten die Expedition begleitete, hat auf Grund von Photographien der Expedition und unter Kontrolle des Hr. Junker getreue große Kopien der Blütenkapitelle in der großen Halle hergestellt, die durch ihn zu beziehen sind, so daß auch diese schönen Architekturteile in ihrer farbigen Wirkung festgehalten sind. Sie werden später gerade auf der Wasserfläche liegen und ihre Farben sicher verlieren.

An eine Veröffentlichung der gesammelten Ausbeute der Expedition an Inschriften ist vorläufig nicht gedacht. Sie soll hier in Berlin jedem wissenschaftlichen Arbeiter zugänglich sein, und es wird, wie es in einigen Fällen bereits geschehen ist, jedem gestattet sein, von den photographischen Platten zum Studium auf seine Kosten Abzüge herstellen zu lassen.

Die Bearbeitung der hieroglyphischen Inschriften für das Wörterbuch der ägyptischen Sprache hat bereits begonnen. Das nubische Sprachmaterial wird in den Schriften der Akademie veröffentlicht.

Ausgegeben am 23. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE 1910.

XXXII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

23. Juni. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Schwarz las: Beispiel einer stetigen Function reellen Argumentes, für welche der Grenzwerth des Differenzenquotienten in jedem Theile des Intervalles unendlich oft gleich Null ist.

2. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: Bd. II (Systematische Arbeiten) der Wissenschaftlichen Ergebnisse der Reise in Ostafrika, welche Prof. A. Voeltzkow in den Jahren 1903—1905 mit Mitteln der Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung ausgeführt hat. Stuttgart 1906—10 und Ammiani Marcellini rerum gestarum libri qui supersunt rec. Carolus U. Clark. Vol. I. Berolini 1910, bearbeitet mit Unterstützung der Akademie.

Beispiel einer stetigen Function reellen Argumentes, für welche der Grenzwerth des Differenzenquotienten in jedem Theile des Intervalles unendlich oft gleich Null ist.

Von H. A. Schwarz.

Wenn von einer Function $x = \chi(\xi)$ bekannt ist,

1. dass dieselbe in dem Intervalle $a \leq \xi < b$ stetig ist,
2. dass für unendlich viele Werthe von ξ, die in jedem kleinsten Theile des Intervalles vorkommen,
$$\lim \frac{\chi(\xi + \varepsilon_1) - \chi(\xi - \varepsilon)}{\varepsilon + \varepsilon_1}$$
gleich Null ist, wie auch ε und ε_1 unabhängig von einander unendlich klein werden,
3. dass der Differenzenquotient
$$\frac{\chi(\xi + \varepsilon_1) - \chi(\xi - \varepsilon)}{\varepsilon + \varepsilon_1}$$
beständig kleiner als eine endliche Grösse g ist,

so darf hieraus allein keineswegs geschlossen werden, dass die Function $\chi(\xi)$ eine Constante ist.

Dieses wird durch folgendes Beispiel nachgewiesen[1].

Die Function
$$\varphi(x) = \int_0^x \frac{dx}{(\sin x)^{\frac{2}{3}}}$$
(von welcher jeder Zweig durch die Substitution $(\sin x)^{\frac{2}{3}} = t$ in ein elliptisches Integral erster Art übergeht)

hat, wenn der Cubikwurzel stets ihr reeller Werth beigelegt wird, unter anderen folgende Eigenschaften:

[1] Dieses Beispiel habe ich im Mai 1875 dem verstorbenen P. du Bois-Reymond brieflich mitgetheilt.

1. $\varphi(x)$ ist für alle positiven Werthe von x endlich, stetig, eindeutig und wächst beständig mit x;
2. $\varphi'(x)$ ist an keiner Stelle kleiner als 1 und der Differenzenquotient
$$\frac{\varphi(x_2)-\varphi(x_1)}{x_2-x_1}$$
ist beständig grösser als 1:
3. bei passender Bestimmung der Constanten C_0 und C_1 kann man setzen
$$\varphi(x) < C_0 + C_1 x\,.$$

Bezeichnet nun ξ die Summe der für alle zwischen 0 und 1 liegenden Werthe von x unbedingt und in gleichem Grade convergenten Reihe
$$\xi = \sum_{n=0,1,2\cdots\infty} \frac{\varphi(2^n\cdot x\cdot\pi)}{2^{m\cdot n}}, \qquad m \geq 2$$
so stellt ξ eine Function $\psi(x)$ des reellen Argumentes x dar, welche folgende Eigenschaften hat:

1. die Function $\xi = \psi(x)$ ist endlich, stetig und eindeutig für alle Werthe von x zwischen 0 und 1;
2. die Function wächst beständig gleichzeitig mit ihrem Argument;
3. der Differenzenquotient $\frac{\Delta\xi}{\Delta x}$ ist beständig grösser als π;
4. für jeden rationalen Werth $\frac{p}{2^q}$ von x, dessen Nenner eine Potenz von 2 ist, ist
$$\lim \frac{\psi\left(\frac{p}{2^q}+\varepsilon_1\right)-\psi\left(\frac{p}{2^q}-\varepsilon\right)}{\varepsilon+\varepsilon_1}$$
gleich ∞, wie aus der Betrachtung des dem Werthe $n = q$ entsprechenden Gliedes der Reihe für ξ hervorgeht.

Hieraus ergibt sich, dass auch umgekehrt die Grösse x als eine endliche, stetige und eindeutige Function der Grösse ξ betrachtet werden kann, weil zu grösseren Werthen von x stets grössere Werthe von ξ gehören und umgekehrt.

Bezeichnet man diese Function mit
$$x = \chi(\xi),$$
so besitzt dieselbe alle im Eingange angeführten Eigenschaften **ohne constant zu sein**.

Sinn und Ursprung der Worte Renaissance und Reformation.

Von Konrad Burdach.

(Vorgetragen am 28. April und 2. Juni 1910 [s. oben S. 427 und S. 535].)

Daß ich heute hier vor Ihnen spreche, hat eine betrübende Ursache: die erneute Erkrankung unseres Collegen Zimmer.

Es liegt mir fern, als ein vollwertiger Ersatz seiner temperamentvollen, mit ungeheurer Energie und gelehrter Wucht vorwärtsdrängenden Art gelten zu wollen. Doch habe ich Ausschau gehalten nach einem Thema, das bei allgemeinerem, auch die Herren Collegen von der naturwissenschaftlichen Klasse vielleicht anziehendem Interesse mir gleichzeitig Gelegenheit böte, neue Ergebnisse eigener Forschung[1] mitzuteilen und zugleich ein Beispiel zu geben für die Methode und Ziele eines Gebietes der deutschen Sprachwissenschaft, wo als Aufgabe nicht gestellt wird die Analyse von Lauten und Formen, nicht die Statistik, Beschreibung, Erklärung und Charakteristik von grammatischen oder stilistischen Erscheinungen, sondern die Geschichte von Worten, von ihren Bedeutungen, ihrem Wert und ihrer Macht im geistigen Leben der Nation.

Einen Ausschnitt aus einem Kapitel der deutschen Wortgeschichte will ich vorlegen. Ich sage der deutschen Wortgeschichte und doch

[1] Was ich hier in engem Rahmen und mehr andeutend zusammenfasse, stammt aus einem weiteren Kreis zusammenhängender Untersuchung über die Anfänge der Renaissance. Diese Untersuchung ging von Rienzo aus und wuchs hervor aus meiner Einleitung zu der von mir im Verein mit Paul Piur bearbeiteten neuen Ausgabe seines Briefwechsels. Während des Sommers und Herbstes 1909 in der Hauptsache abgeschlossen, wird sie, da sie die Grenzen, die der Einleitung zu einer Edition gesteckt sind, weit überschreitet, erst nach dem in Kürze zu erwartenden Erscheinen der beiden Bände des Rienzo-Briefwechsels ans Licht treten: als erster Band der ersten Abteilung meines im Auftrage der Akademie herausgegebenen Gesamtwerks 'Vom Mittelalter zur Reformation'. — Der obige Abdruck bewahrt den freieren Charakter des mündlichen Vortrags, ordnet nur die Reihenfolge der einzelnen Teile etwas besser und behält größere Reichhaltigkeit der Darstellung jener späteren, umfassenderen Publication vor.

werde ich von zwei Fremdworten reden. Denn wenn die deutsche lexikalische Forschung früher lange die Fremdwörter ausschloß oder nur sehr bedingt und in engen Grenzen zuließ, hat sich heute die Erkenntnis durchgesetzt und ist nun wohl gegen alle Anfechtung gesichert: auf die importierten und sich äußerlich noch als Fremdlinge verratenden Worte in einer Darstellung der deutschen Sprachgeschichte verzichten, wäre ebenso kurzsichtig, als wollte die deutsche Litteraturgeschichte über die aus fremden Litteraturen eingedrungenen litterarischen Stoffe, Motive, Stilrichtungen sich ausschweigen.

Ich will sprechen von den beiden Worten *Renaissance* und *Reformation.* Es sind zwei Worte von wahrhafter Weltbedeutung. Ich möchte das erste Aufkommen und die Geltung dieser Worte im Bewußtsein der gebildeten Kreise Europas und damit auch den Anschauungskreis beleuchten, aus dem sie in Deutschland Leben gewannen. Was ich biete, ist also streng genommen nur die Vorgeschichte der beiden deutschen Fremdworte Renaissance und Reformation, die sich abspielt auf internationalem Boden: im Bereich der lateinischen Sprache. Aber die Entwicklung, welche sich in dieser Vorgeschichte der beiden Worte vollzieht, bleibt durchaus maßgebend auch für ihr Leben und ihre Wirkung im Bezirk der deutschen Geisteswelt und ihres deutschen sprachlichen Ausdrucks.

1.

Was heißt Renaissance? Endlich haben sich auch die Historiker (besonders C. Neumann, W. Götz, Brandi, Fester, Wernle, Hermelink) zur Beantwortung dieser geschichtlichen Frage die rein philologische Frage vorgelegt: Woher stammt das Wort Renaissance? Was bedeutet es?

Schon seine Form führt darauf, daß der in Deutschland durch Jacob Burckhardt in die wissenschaftliche Terminologie und dann auch in die Sprache der allgemeinen Bildung eingebürgerte Ausdruck von den Franzosen gekommen ist. Offenbar hat er ihn und den zugrunde liegenden Begriff übernommen aus Jules Michelets anregungsvoller *Histoire de la France,* deren siebenter Band 1855 herauskam mit dem Titel: *Histoire de France au seizième siècle. Renaissance.* Hier erscheint das Wort als *la renovation des études de l'antiquité.* Hier steht aber gleich im ersten Paragraphen der *Indroduction* (S. 6) auch der tiefer und weiter greifende Satz: dem Zeitalter der Renaissance gehöre mehr als allen früheren *la découverte du monde, la découverte de l'homme.* Das fragwürdige Stichwort also, das später immer wieder auftaucht, wo man das innerste, menschliche Ziel und den Ertrag der

Renaissance bezeichnen will, und das wohl jetzt ziemlich allgemein als Erfindung Burckhardts gilt, obgleich er selbst auf die Entlehnung hinwies[1]. Und gleich danach heißt es bei Michelet: *L'homme s'y est retrouvé lui-même.* Auch schon vorher war das Wort *renaissance* im Französischen vollkommen geläufig, in der Verbindung *la Renaissance des arts* angewendet auf die bildenden Künste, und im 18. Jahrhundert in mehrfachem Gebrauch: bei Voltaire als *renaissance des lettres jusqu'alors méprisés* von der Zeit Franz I., also von der Blütezeit der französischen Renaissance, bei Montesquieu als *renaissance de notre droit français.* Es bedeutet da, bezogen auf ein bestimmtes Objekt, wenig mehr als Wiederaufblühen, Wiederherstellung, neuer Aufschwung.

Diese Feststellungen und diese Erkenntnis hätten die Historiker, die sich um das hier vorliegende wortgeschichtliche Problem neuerdings bemüht haben, im wesentlichen schon entnehmen können einem vor mehr als einem Jahrzehnt zwei Mal gedruckten Aufsatz des Meisters lexikalischer Forschung, Rudolf Hildebrand[2]. Allerdings die Heimat des Begriffs blieb noch zu bestimmen. Denn in Frankreich ist nur die jetzt bei uns herrschende Form des Worts geprägt und in Umlauf gesetzt worden.

Die Quelle der Metapher ist das Italienische. Und als ihr Verbreiter gilt bisher Vasari, der erste Biograph der italienischen Künstler, zugleich der erste Geschichtsschreiber der italienischen Kunst.

Nach einem bestimmten Begriff künstlerischer Entwicklung, den er aus der Geschichte der antiken Malerei abstrahiert hat und in den Vorreden seines Werks darlegt, will er die Geschichte der italienischen Kunst erzählen von ihrer Wiedergeburt bis auf das Jahrhundert, in dem er lebt: *della rinascità di queste arti sino al secolo che noi viviamo.* Und seine Übersicht über die Weltgeschichte der Kunst im Proömium unterscheidet 'ihre Vervollkommnung (in der Blütezeit des griechisch-

[1] Burckhardt, Die Kultur der Renaissance in Italien[4] 2, S. 25 Anm. 2.

[2] Rudolf Hildebrand, Zur sogenannten Renaissance: Zeitschrift für den deutschen Unterricht. Leipzig 1892, Band 6, 377 ff. (wiederholt: Rudolf Hildebrand, Beiträge zum deutschen Unterricht. Leipzig 1897, S. 284 ff.). Es fällt auf, daß Hildebrand nicht scharf die italienische Herkunft des Begriffs ausgesprochen, auch den Beleg aus Vasari, den er bei Burckhardt (Geschichte der Renaissance in Italien S. 21) finden konnte — ich selbst hatte seiner Zeit, als er mich um quellenmäßige Nachweise bat, brieflich oder mündlich auch auf dieses Buch hingewiesen — nicht hervorgehoben hat. Aber sein damals bereits weit vorgeschrittener leidender Zustand nötigte ihn, derlei Untersuchungen ohne alles Rüstzeug meistens auf dem Krankenlager zu dictieren. — Nachdem die obige Darlegung vor der Akademie vorgetragen war, empfing ich durch Brandis Güte als Gegengabe für den gedruckten Bericht darüber den zweiten Abdruck seiner Göttinger Kaisergeburtstagsrede 'Das Werden der Renaissance'. Göttingen 1910. Darin ist Hildebrands Aufsatz S. 21 in der Litteraturübersicht nachgetragen, ohne daß daran eine Bemerkung geknüpft wird.

römischen Altertums), ihren Verfall (seit Constantin und Silvester) und ihre Restauration oder richtiger gesagt ihre Wiedergeburt'. Also lange schon vor dem Einbruch der Barbaren, meint er, begann der Verfall. Die Goten und Langobarden vollendeten nur die Zerstörung. In der Folgezeit lebte in Italien die Kunst allein durch die armselige plumpe und harte Malerei byzantinischer Künstler, bis endlich um die Wende des 13. Jahrhunderts zwei große Florentiner Maler Cimabue und Giotto mit den griechischen Meistern wetteifernd diese übertrafen. Durch jene beiden wurde 'die griechische Manier gänzlich ausgelöscht und daraus eine neue geboren'. Giotto, 'der die fast erstorbene Kunst wieder erweckte und erhob', erreichte seinen Vorrang, indem er die Natur nachahmte und die Bahn brach, lebende Personen zu zeichnen, was mehr als zweihundert Jahre hindurch nicht geschehen wäre. 'Er ersann immer Neues und schöpfte aus der Natur, weshalb er mit Recht verdient, ein Schüler der Natur und nicht eines Andern genannt zu werden.'

Schüler der Natur und keines Andern! Ohne Meister groß geworden, aus sich heraus! Kein Wort hier[1] von einer Entdeckung oder Wiederbelebung antiker Kunstwerke und dennoch Cimabue und Giotto Urheber der *rinascità*! Hat also der Maler und Baumeister Vasari sich die Kunst der Renaissance etwa gar nicht als Renaissance im Sinne der heut verbreiteten Meinung, hat die Kunst der Renaissance selbst sich nicht als Wiederherstellung oder Wiederbelebung der antiken Kunst und Cultur gefühlt?

Diese Frage ist in der Tat bejaht worden. Man hat seit einiger Zeit mehrfach mit verschiedenartiger Motivierung und zunehmender Bestimmtheit die Ansicht ausgesprochen und begründet, in dem großen Schauspiel, das wir Renaissance nennen, spiele die Wiederentdeckung oder Wiederbelebung der antiken Kunst, der antiken Wissenschaft, nur eine secundäre oder eine episodische Rolle. Vielmehr soll es sich im Grunde um eine internationale gemein-europäische Kulturbewegung handeln, die aus langsam herangewachsenen geistigen Wandlungen allerorten spontan sich hervordränge und deren Wesen man gern mit Stichworten umschreibt, wie Vertiefung und Erregung des Seelenlebens, Befreiung des Individuums, Erwachen des Persönlichkeitsgefühls, Richtung auf die Natur und die Erfahrung, realistischer Kunststil und dergleichen. In wie weit solche Ansicht berechtigt, in wie weit sie irrig sei, wird sich vielleicht aus den nachstehenden Betrachtungen ergeben.

[1] Ich sehe hier davon ab, daß Vasari in der zweiten Ausgabe seiner Biographie 1568 die Darstellung des Anfangs der *rinascità* insofern verschiebt, als er nun auch dem antike Sculpturen nachahmenden *Niccolò Pisano* eine Mitwirkung dabei zuweist.

Aus welcher Sphäre stammt denn überhaupt das Bild von der 'Wiedergeburt', von der zweiten oder Neugeburt? Offenbar nicht aus Wirklichkeitsbeobachtung. Vielmehr aus der Welt der Phantasie, genauer der Mythe, der religiösen Anschauung. Das hat mit dem ihm eigenen sichern Takt für wortgeschichtliche Probleme Rudolf Hildebrand bereits in der angeführten Abhandlung ausgesprochen. Es handelt sich um 'Erneuerung von etwas Lebendigem, dessen Leben in Verfall kam, sei es durch Alter, Krankheit, Entartung'. Das Märchen vom Jungbrunnen stellt dergleichen Vorgänge dar. Und Hildebrand weist auf die Palingenesie der altgriechischen Mysterien, der Paulinischen und Johanneischen Ideenwelt hin. Er vermutet, der Begriff habe im religiösen Gebrauch vorbereitet und verbreitet vorgelegen, als man von einer Wiedergeburt mit Beziehung auf die antike Kunst zu reden anfing. Der neue Begriff trat als eine neue Anwendung des schon geläufigen neben diesem auf: neben der Wiedergeburt aus Christo oder dem heiligen Geiste oder sonstwie eine Wiedergeburt aus dem Geiste des Altertums, der alten Kunst. Das ist höchst einleuchtend und hat mich vor Jahren, da Hildebrand hierüber mit mir sprach, sofort überzeugt. Berührte es sich doch mit der Tendenz und den Grundgedanken meiner eigenen Untersuchungen über das allmähliche Hervortauchen der Renaissance aus dem mittelalterlichen Geist, die ich 1891 gerade im Centralblatt für Bibliothekswesen veröffentlichte (erweitert wiederholt unter dem Titel 'Vom Mittelalter zur Reformation'. Halle a. S. 1893), und schien es doch auch jener Auffassung entgegenzukommen, die Henry Thode in seinem fortreißenden Buch über Franz von Assisi bereits sechs Jahre früher begründet hatte: der künstlerische Aufschwung der Renaissance stamme aus der religiös-menschlichen Erregung des seraphischen Erweckers neuer Frömmigkeit. Aber freilich, den historischen Nachweis dieser bestechenden Bedeutungsentwicklung blieb Hildebrand schuldig. Nicht einen einzigen Beleg aus der entscheidenden Zeit bringt er bei, nicht einmal den aus Vasari. Ein lehrreiches Zitat aus einer deutschen Komödie vom Ende des 16. Jahrhunderts kann diese Lücke nicht ergänzen. Auch ich vermochte, als Hildebrand mit mir darüber verhandelte und meine Hilfe erbat, keinen quellenmäßigen Nachweis zu führen, so vertraut mir der mystische Gedankenkreis von der Verjüngung oder Wiedergeburt schon damals war aus Goethe, namentlich aus dem Epimenides und dem West-östlichen Divan (vgl. meinen Aufsatz über das Ghasel vom Eilfer, Goethe-Jahrbuch Band 11, 1890, S. 13ff.). Erst nach Hildebrands Tod ist mir auf Grund meiner umfassender und tiefer gewordenen Studien über die Geschichte der religiösen Phantasie und der politisch-nationalen Weltanschauung des Mittelalters, die namentlich

an Walther von der Vogelweide und die Longinus- und Gralsage anknüpften, der volle Zusammenhang klar und das Beweismaterial bekannt geworden. Ich löse jetzt ein, was ich damals dem fragenden HILDEBRAND schuldig bleiben mußte. Es wird sich dabei zeigen, daß seine so gänzlich übersehene[1] Vermutung zutrifft, daß sie aber eine unendlich viel größere Tragweite besitzt, als er geahnt hat.

2.

Man hätte bei der Suche nach dem Ursprung des Begriffs Renaissance schärfer als man es getan auf Machiavelli achten sollen. Zwar daß Vasari mit dessen Constructionen der Weltgeschichte übereinstimmt, ohne ihm ganz zu folgen, hat man längst gesehen. Machiavellis Periodisierung der politischen Geschichte macht den Einfall der Barbaren in Italien, die Bekehrung des römischen Kaisers zum Christentum und die Verlegung des Kaisersitzes von Rom nach Constantinopel, die Schwäche der italischen Beamtenschaft zum Wendepunkt[2]. Und er setzt dem Verfall des Imperium Romanum als gleichzeitige notwendige Folge gegenüber das Aufsteigen und Wachsen der römischen Kirche. Aber für die geschichtliche Bedeutung des Begriffs Renaissance blieb bisher unbemerkt der wichtige Abschnitt der *Istorie fiorentine* über die Revolution des Rienzo (1, 31 ed. Fanfani e Passerini 1, S. 51):

> 'In diesen Zeiten erfolgte zu Rom eine denkwürdige Begebenheit, daß ein gewisser Niccolo di Lorenzo, Kanzler auf dem Kapitol, die Senatoren aus Rom verjagte und sich unter dem Titel eines Tribunen zum Haupt des römischen Staates machte und diesen in die antike Form zurückführte (*nell' antica forma ridusse*) mit einem so mächtigen Eindruck von Gerechtigkeit und Tugend, daß nicht nur die benachbarten Orte, sondern ganz Italien Gesandte an ihn schickten, dergestalt, daß die alten Provinzen (die übrigen europäischen Länder), als sie sahen, daß Rom wiedergeboren sei (*vedendo come Roma era rinata*), mit den Köpfen auffuhren und einige, durch Furcht bestimmt, andere aus Hoffnung, ihm Ehre erwiesen.'

Dies ist meiner Ansicht nach das klarste und sicherste Zeugnis aus der Zeit der italienischen Hochrenaissance über das Aufkommen des internationalen Begriffs der Wiedergeburt und über den Eindruck

---

[1] Merkwürdig ist es, daß sie so lange unbeachtet bleiben konnte, noch merkwürdiger, daß der von ihr gewiesene Weg auch dann nicht erkannt wurde, als man bemerkte, wie das Bild von der Renaissance auf die religiöse Erneuerung in den Kreisen der kirchlichen Reformfreunde Deutschlands und der Niederlande zu Anfang des 16. Jahrhunderts angewendet worden ist. Darin sah man unbegreiflicherweise eine secundäre Übertragung.

[2] Ebenso schon vor ihm Giovanni Villani: s. FRIEDRICH VON BEZOLD, Zeitschrift für Geschichtswissenschaft 8 (1892). S. 47 und H. GRAUERT, Sitzungsber. d. K. Bayer. Akad. d. Wiss. Philos.-philol. u. hist. Cl. 1901 H. 2, S. 269 und Anm. 1.

auf die europäische Bildungswelt, den er wiedergab. Etwa dreißig Jahre älter als die erste Ausgabe des Buchs von Vasari.

Wies uns Vasaris Bild in die künstlerische Sphäre, so zeigt Machiavelli, daß die Vorstellung schon früher im Politischen lebendig und wirksam gewesen war. Vasaris Terminologie hat etwas Abstraktes, Blasses, Unursprüngliches. Er bezeichnet die neue italienische Malerei des 'aus der Natur schöpfenden' Giotto als Wiedergeburt. Aber es ist nicht recht deutlich, was denn nun eigentlich wieder, d. h. zum zweitenmal geboren worden ist. Und die Voraussetzung für seinen Ausdruck ist, daß er die antike, d. h. die alte römische wie die alte griechische Kunst und die gesamte italienische Kunst als eine ununterbrochene Lebenseinheit auffaßt und daß seine pragmatische Geschichtsbetrachtung sich gründet auf die Gleichsetzung von Kunstentwicklung und von Geburt, Wachsen, Altern und Sterben der menschlichen Körper. Viel verständlicher ist das Bild des Machiavelli. Eine politische Continuität zwischen dem alten Rom und dem mittelalterlichen war stets, wenn auch nur in gewissen Namen und Titeln, in poetischen und künstlerischen Traditionen und Bildern, aufrechterhalten worden. In den Gedanken der Lebenden war jedenfalls das gesunkene Rom der Gegenwart immer noch eine, wenn auch noch so klägliche Umformung, Schwächung, Entstellung des alten Rom. Trotz allem und allem, trotz dem Wust und Schutt der Jahrhunderte — Rom stand immer noch da wie ein persönliches lebendes Wesen. Sein Leben war das der Ohnmacht, des äußeren und inneren Zusammenbruchs. Aber es atmete doch. Es konnte immer wieder neue Kräfte gewinnen, wieder jung werden, 'wiedergeboren werden'.

Machiavellis Bild für die Umwälzung des Rienzo ist nun aber mehr als Wiedergabe seiner oder seiner Zeitgenossen persönlichen Auffassung davon. Es deckt sich vielmehr dem Sinne nach mit dem urkundlichen Ausdruck, den Rienzo selbst in seinen Manifesten und Briefen wie in den gewichtigen Ceremonien seiner Erhebung für seine Tat und seine Bestrebungen immer wieder angewendet hat.

3.

Rienzo betrachtete seine Tat zunächst als Befreiung der Stadt Rom vom Joch der Tyrannen, d. h. der römischen Barone. Er nennt sich nach seiner Erhebung zum Tribunen *Nicolaus Severus et Clemens, libertatis pacis iusticieque Tribunus et sacre Romane reipublice liberator* oder meist *liberator illustris* (Briefwechsel[1] Nr. 7 (8), 2 ff. S. 17; Nr. 9, 1 ff. S. 28;

[1] Alle Citate aus Rienzos Briefen und den ihn betreffenden Urkunden nach der oben S. 594 Anm. erwähnten neuen kritischen Ausgabe.

Nr. 11, 1ff. S. 30; Nr. 14, 123ff. S. 41): in Briefen an die Städte und Machthaber Italiens, an den Vizekönig von Sizilien. Ja, er nennt sich so auch in einem Brief an den Papst (Briefwechsel Nr. 15, 201ff.). Und die Städte Italiens geben ihm in ihren Antworten dieselben hohen Titel. Aber von vornherein fühlt und bezeichnet er sich als Werkzeug des Heiligen Geistes, als Diener der Kirche und des Papsttums, freilich der idealen Kirche und des idealen Papsttums, wie er es ersehnte und träumte. Und als seine politischen Bestrebungen weitergreifen, das nationale Bündnis und die Selbständigkeit von ganz Italien, die Neuordnung des erledigten Imperiums umfassen, als er Rom zur Hauptstadt der Welt erklärt, die Freiheit Italiens, die Souveränität des römischen Volkes und sich als dessen Beauftragten proclamiert, da läßt er sich in umständlichem religiösen Ceremoniell zum Candidaten und Ritter des Heiligen Geistes weihen, nimmt nun neben diesem Titel (*candidatus Spiritus Sancti miles*) zu dem früheren *liberator Vrbis* noch den stolzeren *Zelator Ytalie, amator orbis* an und steigert den Tribunustitel durch den Zusatz *Augustus* zu imperialem Rang (Erlaß vom 1. August 1347, Briefw. 27, 11ff. S. 101). Das Ritterbad in der Porphyrwanne des Baptisteriums der Lateranischen Basilica, darin nach der Sage Constantin die christliche Taufe empfing, soll ihn dem Begründer des christlichen Kaisertums an die Seite stellen, wie der Titel Augustus, den er am 1. August in Erinnerung an den kaiserlichen Ursprung dieses Monatsnamens sich beilegt, ihn dem Gründer des antiken Principats, Octavianus, nahebringen soll. Ein unablässiges Wachrufen der alten großen geschichtlichen Erinnerungen, ein andächtig leidenschaftliches Studium der antiken Autoren, des Livius, Virgil und anderer, der antiken Ruinen und Inschriften, gibt zu alledem den Anstoß. Wie er nach seiner Abdankung als Gefangener König Karls IV. an diesen schreibt (Briefw. 50, 184ff. S. 204), hat er sogleich bei Übernahme des städtischen Notariatsamts, alle andern Interessen hintansetzend, sich allein der Lectüre alter kaiserlicher Angelegenheiten und den geschichtlichen Darstellungen des Lebens hervorragender Männer gewidmet: *aliis omnibus studiis aspernatis soli leccioni rerum imperialium antiquarum et probissimorum virorum memorie dedi curam.* Der Cultus des heiligen römischen Volks (*sacri Romani populi*), der heiligen Roma (*sacre Romane reipublice, sancte Vrbi et populo*), der erlauchten Stadt (*alme Vrbis*), das inbrünstige Verlangen, die einstige nationale Größe Roms und Italiens wiederherzustellen, der brennende Durst, sich durch Ehre, Anerkennung und Ruhm vor der Masse auszuzeichnen (50, 179ff. *honorem laudem et gloriam pre ciues alios preparare*). das stolze Selbstbewußtsein seiner *immortalis fama*, die ihn nicht lange im dunkeln dulde, das auch der

Gefangene nie verliert (Briefw. 49, 16 S. 192) — gewiß sind das alles treibende Kräfte im Leben und Wirken Rienzos und seiner Anhänger, seiner Bewunderer, zu denen bekanntlich auch Petrarca gehörte. Aber von Anfang an gärt in diesem Revolutionär ein tiefer religiöser Drang, ein starker mystischer Glaube. Es ist ein gründlicher Mangel an jener dem Historiker unserer Tage so gern nachgerühmten Voraussetzungslosigkeit, ein verhängnisvoller Anachronismus moderner Kurzsichtigkeit, wenn man Rienzo diese Mischung antikisierender und christlich-asketischer Begeisterung vorwirft und ihn deswegen zu einem armseligen Phantasten oder gar einen Narren und Geisteskranken stempelt. Gerade diese Durchdringung einer mystischen Andacht zu der entschwundenen antiken Herrlichkeit mit einer gleich mystischen Andacht vor den tiefsten Geheimnissen und Köstlichkeiten des durch eine entartete Kirche verunstalteten Christentums ist die eigentliche Lebensquelle jener ganzen Zeit.

Rienzos Auftreten hat etwas Ephemeres. Sieben Monate ist der obscure Notar Herr von Rom und der gefeierte Held des nach Einheit und Frieden lechzenden Italiens. Aber diese kurze Zeit der Macht hat auf die Gemüter der Mitlebenden gewirkt wie der Anbruch einer neuen Epoche. Oder vielmehr: wie der Anbruch jener neuen Epoche, nach der die Besten wie die Masse sich sehnten, die man erhofft und erträumt hatte so lange Jahre in der allgemeinen Wirrnis, Zerrissenheit und Friedlosigkeit. Das Bewußtsein, daß aus den alten ewigen, verschütteten Quellen des Lebens, aus dem Ursprünglichen des Menschentums, von dem man weit abgetrieben worden ist, ein großes Neues, eine Umwertung, eine Wandlung kommen müsse und daß sie nahe sei, sich vorbereite und vollziehe, ist die Wurzel der Culturbewegungen, die wir Renaissance und Reformation nennen. Grenzenlose Erwartung der Seelen — das ist der Grundzug des 14. Jahrhunderts.

Eine neue Ära soll mit dem Tribunat Rienzos beginnen. Er zählt in seinen Erlassen fortan — nachweisbar seit dem 1. Juli 1347 — die Jahre nach dem großen Ereignis vom Mai 1347, der Befreiung des römischen Staates: *liberate Rei publice anno primo* (an den Vizekönig von Sizilien Briefw. 14, 121 f. S. 41; an Papst Clemens VI. Briefw. 15, 199f. S. 49; an italische Städte Briefw. 16, 22 S. 50, 19, 21 S. 60, 21, 41 S. 62; an einen Freund in Avignon Briefw. 19, Z. 143 S. 59; an Petrarca Briefw. 25, 31 f. S. 86). Und Petrarca jubelt dem zu: *magnificentissime subscribis.* Er wittert darin mit Entzücken die Wiederaufnahme der alten römischen Annalen, die seine *Africa* bedeutsam hervorgehoben hatte (Briefw. 24, 50 S. 84 und Anm.). Ja, er stellt Rienzo auf eine Stufe mit den Männern, welche die größten

Umschwünge der römischen Geschichte hervorbrachten: *Salue noster Camille, noster Brute, noster Romule* (Briefw. 23, 261 ff. S. 75). Die Tat Rienzos also gleichgesetzt mit der Wiederherstellung des verbrannten Rom, ja mit der Gründung und ersten Umwallung Roms!

Rienzos politische Erfolge hatten Vorgänger. Der bekannteste ist Arnold von Brescia. Aber auch im 13. Jahrhundert, ja fast unmittelbar vor Rienzos Auftreten hat es an solchen nicht gefehlt. Trotzdem bekennt und fühlt er sein Unternehmen und seinen Triumph als etwas ganz Neues. Und die Zeitgenossen empfanden ebenso. Niemals wird des verbrannten Ketzers Arnold gedacht, obgleich Reste von dessen Jüngern im damaligen Italien immer noch leben mochten. Auf 'gänzlich ungewohntem Pfade' scheint Petrarca diese Erhöhung erreicht (Briefw. 47, 23 S. 183), und auch nach dem Untergang Rienzos scheint ihm seit dem Ursprung der Welt kaum etwas Größeres versucht worden zu sein als dieses Unternehmen, das, falls es dauernden Erfolg gehabt hätte, mehr für ein Werk Gottes als für ein menschliches hätte gelten müssen (Briefw. Teil 2 Anhang 61, 253 ff.).

Es ist nun sehr zu beachten, mit welchem historischen Bewußtsein Rienzo selbst seine Revolution in den großen Zusammenhang der Weltgeschichte einreiht. Wiederholt betont er König Karl IV. und seinen Beamten gegenüber: seit fünfhundert Jahren oder mehr habe er zum ersten Mal wieder die römische Freiheit geschützt (an Karl IV.: Briefw. 50, 188 ff. S. 204, 259 ff. S. 206; an Erzbischof Ernst von Prag: Briefw. 57, 244 ff. S. 240). Es wird sich später zeigen, welche tiefe, seltsame Bedeutung diese Zahl für die damaligen Menschen hatte. Sie führt zurück in die Zeit etwa Karls des Großen und seiner ersten Nachfolger. Und in seinem letzten erhaltenen Rechtfertigungsschreiben an Papst Clemens VI. rühmt Rienzo sich, für Rom mehr erreicht zu haben als Bonifaz VIII. und König Karl I. von Anjou.

Diese große Revolution, die eine neue Epoche einleiten, die eine Erneuerung alter Blütezustände, eine Auffrischung abgestorbenen Lebens sein soll, bezeichnet Rienzo durchaus als Werk der göttlichen Gnade und des Heiligen Geistes. Und er wendet darauf das alte religiöse Bild von der Wiedergeburt an.

Er legt seinen Staatsstreich auf das Pfingstfest, auf den Tag der Ausgießung des Heiligen Geistes. Er betrachtet sein Werk, die Vertreibung der Tyrannen und die Wiederaufrichtung des Tribunats des römischen Volkes, in seinem an Karl IV. gerichteten Rückblick (Briefw. 50, 258 ff. S. 206) als die von Gott gewollte Erfüllung der in der Pfingstmesse ertönenden Worte (Psalm 67, 2. 103, 30): *Et sic vero illo die Penthecostes impletum extitit verbum illud quod eadem die ad honorem Sancti Spiritus decantatur: 'Exurgat Deus' etc. et iterum: 'Mitte Spiritum Sanctum tuum et*

renouabis faciem terre.' Denn er vertrieb die Barone ohne Schwertstreich und es blieb zurück Rom, aber mit erneuertem Antlitz: *remanente Romane terre facie renouata.* Er betrachtet jedoch seine Revolution zugleich als eine Erneuerung der Kirche. *Sancto Spiritu operante die sua restituta est terre facies, ymmo ipsa Romana Ecclesia renouata.* 'Niemals — versichert er dem Erzbischof von Prag — war für die Krankheit, ja für den Todeskampf der Kirche mehr die Heilung und Wiederlebendigmachung im Geist der Liebe (*sanitas et reuiuificacio in caritatis spiritu*) so notwendig wie heute' (Briefw. 57, 767 ff. S. 260). Und noch schärfer zieht er die kirchliche Consequenz in dem großen Brief an Karl IV., wenn er seine Forderung einer allgemeinen Reformation der Kirche begründet mit der Berufung auf die täglich in den sogenannten Votivmessen des Heiligen Geistes gesungene Bitte, die sich mit den angeführten Worten der Pfingstmesse deckt, und nun den Text vollständig ausschreibt: '*Mitte Spiritum Sanctum tuum et creabuntur, et renouabis faciem terre*', *et* '*Veni, creator Spiritus, reple tuorum corda fidelium, et tui amoris in eis ignem accende*' (Briefw. 58, 666 ff. S. 313 f.). 'Welche *renovacio terre* fordern wir', ruft er unwillig aus, 'das Umbrechen der Erde durch den Pflug oder die Erneuerung der Kirche durch die Werke und die Saat der Liebe' (*ut Ecclesia Dei . . . renouetur operibus et semine caritatis*)?

Mit solchen Votivmessen des heiligen Geistes hatte Rienzo einst aber auch seine rein politischen Akte begleiten lassen (s. Briefw. 40, 51 S. 146). Und bei der größten und folgenreichsten politischen Handlung, der christlichen Weihe als *Miles Candidatus Spiritus Sancti* und der, antike Triumphal-Riten nachbildenden Krönung und der Annahme des Augustus-Titels hatte er das Symbol der Wiedergeburt an seiner eigenen Person dargestellt, indem er in der Taufwanne des Kaiser Constantin das Ritterbad empfing und dieses ausdrücklich als Taufbad bezeichnete: *in concha . . . domini Constantini, imperatoris christianissimi et Augusti, baptismum et lauacrum glorie militaris accepimus* (Briefw. 27, 5 f., dazu der Bericht des Cochetus de Chotitis Anh. 8, 36 S. 23 und Anm.).

Als Tribunus Augustus von Rom, d. h. als der, auf den das römische Volk die wiedergeborene Souveränität des römischen Staates delegiert hat, vollzog er das Taufbad in der Wanne Constantins mit antikisierendem Ceremoniell. Und das römische Volk selbst glaubte er durch den Heiligen Geist, der ihn zu seiner politischen Tat getrieben, gleichfalls neu geboren: *toto populo de singularitate animi et de insolita periculi presumpcione vehemencius stupescente, cepit vigor eorum mortuus quodammodo respirare* (an Karl IV., Briefw. 50, 196 ff. S. 204). Diese Vorstellungen verdichten sich ihm zu einer ganz bestimmten

mystischen Theorie, die er wieder dem deutschen König vorträgt. Er glaubt an 'die beständige Herabkunft des Heiligen Geistes und die fortwährende Erneuerung der menschlichen Seelen durch ihn': 'So oft nämlich bedürfen wir der Erneuerung des Geistes, als wir alt und greis werden in Sündenschuld und so oft ist uns die Entzündung des Feuers der Liebe zuträglich, als diese Liebe in den Seelen unter der Übermacht unserer Ungerechtigkeit erkaltet. Und da ja heute mehr denn jemals in der vor Sünde alt und grau werdenden Welt die Wärme der Liebe nachließ, wie der Lebensgeist in einem Kranken, deshalb erscheint die neue Entzündung des spiritualen Feuers und die spirituale Erneuerung in uns wie eine Erleuchtung im Dunkeln um so notwendiger' (Briefw. 58, 686ff. S. 315)[1]. Aber, so fährt er begeistert fort, es drohe dem Auserwählten, durch den nicht nur die Christenheit, sondern auch die Ungläubigen im katholischen Glauben und Geist erneuert werden sollen (*populum ... infidelem in fide catholica et spiritu renouandum*), von den heuchlerischen Mächtigen im Namen der falschen Liebe der Tod. Die Erneuerung, die Wiedergeburt zeigt sich hier deutlichst in ihrem eigentlichen Wesen: nicht um ein bloßes Zurück zu vergangener Reinheit handelt es sich, nicht um Wiedergewinn verlorener Güter, nicht um Wiederherstellung, nicht um eine zweite unveränderte Geburt dessen, was schon einst da war. Durch die Wiedergeburt soll ein neues, erhöhtes, ideales Leben geboren, eine neue ideale Form des Lebens geschaffen werden. Die Heiden sollen als neue Menschen geboren werden, indem sie der Geist des Christentums, den sie bis dahin ja noch niemals besessen hatten, umwandelt und erhöht.

Schwärmerische religiöse Träume, die ohne Frage durch die Ideen des calabrischen Propheten Joachim von Fiore und seiner Nachfolger in den Spiritualenkreisen der Franciskaner und Dominikaner bestimmt sind. Und gewiß redet Rienzo hier auch im Banne und mit den Formeln der Spiritualen-Eremiten des Apennin, unter denen er nach seiner Abdankung gelebt hatte und als deren Emissär er geradezu bei Karl IV. erscheint. Aber seine politischen, nationalen, religiösen Grundgedanken bewegten sich schon bei seinem ersten öffentlichen Auftreten in derselben Bahn. Das Ziel seiner Bestrebungen nennt er immer wieder ein *renovare* und *reformare*, *renovatio* und *reformatio*

[1] *Tociens enim renouacione Spiritus indigemus, quociens inueteramus et senescimus in peccatis; tociens amoris sui oportuna est ignis accensio, quociens superhabundantibus iniquitatibus nostris ipsa animarum caritas refrigescit. Et quoniam hodie plus quam nunquam in peccatis senescente et canescente iam mundo caritatis calor defecit, utpote vitalis spiritus in infirmo, idcirco noua spiritualis ignis accensio et spiritualis in nobis renouacio tamquam illuminacio in obscuro plus noscitur oportuna.*

Roms, Italiens, bald auch der christlichen Welt. Gleich seine ersten politischen Manifeste enthüllen das in programmatischer Formulierung. Und er wird nicht müde, diese Schlagworte zu wiederholen. Jesus Christus rief — so verkündet sein Erlaß an Viterbo (24. Mai 1347), sein Rundschreiben an die Städte und Fürsten Italiens (7. Juni 1347) — auf Bitten der Apostel Petrus und Paulus und zum Trost der Römer, der römischen Provinz, der Rompilger, aller Christen durch die Inspiration des Heiligen Geistes das römische Volk zurück zur Einheit und Eintracht (*Romanum populum inspiracione Spiritus sancti ad vnitatem et concordiam reuocauit*), es verlieh dem Tribunen Roms die volle Macht und Autorität, den Friedensstand des römischen Staates zu reformieren und zu bewahren (*potestatem et auctoritatem reformandi et conseruandi statum pacificum*), und der Erwählte nahm mit ergebenem Herzen den Auftrag an zur Reformation und Erneuerung der Gerechtigkeit, der Freiheit, der Sicherheit und des Friedensstandes der Stadt Rom im Einklang mit der Ordnung der antiken Gerechtigkeit durch die Kraft einer gerechten, tapfern, maßvollen Militärgewalt (*ad reformacionem et renouacionem iusticie, libertatis et securitatis statusque pacifici prefate Romane Vrbis — secundum ordinem antique iusticie per virtutem iuste fortisque milicie moderate* Briefw. 7 (8), 90ff., 129ff. S. 21f.). Der Brief an Viterbo schließt noch mit dem begrenzten Wunsch: *libertas pax et iusticia per totam Romanam prouinciam reformetur*, das Rundschreiben steigert das schon: *libertas pax et iusticia per totam sacram Italiam protinus reformentur*. Nicht bloß das mächtige Florenz lädt er ein *ad reconciliationem totius sacre Ytalie et antique amicitie renouacionem inter sacrum Romanum populum, vos et ipsam sacram Ytaliam vniuersam* (11, 9ff. S. 30). Auch den Vizekönig von Sicilien bittet er mit Berufung auf antike Erinnerungen, auf die Bände alter Bücher, daß er die einstige Verbindung zwischen Rom und der *Siculana prouincia* wieder befestige und erneuere (*refirmet et renouet* 14, 76ff. S. 39).

Als der Papst ihm bereits feindselig gesinnt ist, beteuert er (17. September 1347) noch: Das Volk der Stadt Rom, das so lange in der Finsternis tyrannischer Unterjochung wandelte, ist, da Gott sein Licht und seine Wahrheit entsandte, zum Licht der Freiheit, des Friedens und der Gerechtigkeit wundersam zurückgeführt und die Herrin der Völker, die heiligste der Städte, gesäubert von den Räubern, deren Höhle sie war, offenbar reformiert (*dinoscitur reformata*: 43, 22ff. S. 160). Aus einer dunkeln Räuberhöhle hat sie sich verwandelt in eine lichte Stätte des Friedens und der Freiheit — das drückt hier das Wort *reformata* aus, wie er ein andermal (63, 259) davon spricht, das von den Tyrannen 'deformierte und unterdrückte Volk zu reformieren und zu befreien', d. h. in die seiner Natur gebührende ideale Form zu bringen.

Und gleichzeitig, um die Ceremonie seines Ritterbades gegen den Vorwurf der Blasphemie zu verteidigen, vergleicht er seine Reformation des römischen Staates, seine Reinigung und Neuordnung der Rechtspflege Roms mit dem Erneuerungsbad der Taufe Constantins. Was dem vom Aussatz des Heidentums zu reinigenden Kaiser zustand, das solle ihm, dem Christen, der Rom und Roms Volk vom Aussatz der tyrannischen Herrschaft der Barone gereinigt hat, nicht erlaubt sein (43, 70ff. S. 163)? Hier faßt er also seine Reformation als einen Akt des reinigenden, weihenden Bades und das Volk, die Stadt Rom, die bürgerliche und staatliche Gemeinschaft als das Wesen, dem die Reinigung, die Erneuerung zu Teil wird. In demselben Brief aber (S. 170 Z. 216ff.) wendet er das Bild noch nach einer andern Seite. Da wird er selbst gleich dem 'christlichsten Constantin', dem ersten Dotator der Kirche, wie jener vom Aussatz des Unglaubens gereinigt, so er den Aussatz der Tyrannei austreibend, jener die Kirche als weltliche Macht durch seine Schenkung begründend, er die Kirche von ihren Erwürgern befreiend: 'und in Wahrheit lebte nun in Römischen Landen die Kirche wieder auf (*Ecclesia respirauit*)'. Als Flüchtling in Prag füllt er das Bild gar mit doppeltem Inhalt: 'Wer weiß — schreibt er an den König —, ob Gott nicht einen Menschen hat schaffen wollen, der im Lateranischen Hause des Johannes Baptista (im Baptisterium der Johannes dem Täufer geweihten Lateranischen Basilica) und in der kaiserlichen Quelle öffentlich getauft, der allen Völkern angenehm und erwünscht war, damit er Euch, wie der Baptista Christus, ein wegbereitender Vorläufer sei (*preuius et precursor*) zur Abwaschung der Flecken des Imperiums (*ad lauandum imperii maculas*), wie einst in derselben Quelle der Taufe des Constantin Silvester den Constantin abwaschen wollte. Befleckt ist wahrlich zu lange schon das Imperium durch viele Flecken und sie werden nur durch ein göttliches und menschliches Bad abgewaschen werden können' (Briefw. 50, 345ff. S. 209). Dieses *lauacrum diuinum et humanum* nennt er in einem früheren Brief an Karl IV. (49, 46ff. S. 193) 'die von Gott beabsichtigte, von vielen Spiritualen vorhergesagte universale Reformation' (*Deus intendit ad vniuersalem reformationem, a multis viris spiritualibus iam predictam*), die ein von Gott erwählter heiliger Mann im Verein mit dem erwählten Kaiser für den Erdkreis durchführen werde (*electus a Deo vir sanctus ... vna cum electo imperatore orbem terrarum multipliciter reformabunt*). Mit glühenden Worten malt dann der an den Erzbischof von Prag gerichtete *Verus Tribuni libellus contra scismata et errores* seine göttliche Berufung. Auch die von Gott verhängte Erniedrigung wird ihm zum Guten ausschlagen. 'Gott wollte, daß ich nach dem Fall mich um so mächtiger erhebe und daß — nach dem

Psalmwort (Ps. 102, 5) — gleich Adlern meine Jugend sich erneue'. Er hofft die zweite innere Wiedergeburt für sich selbst, weil in den Tagen seiner Überhebung während des Tribunats ein ihm wohlgesinnter Mönch ihm strafend und zürnend das Wunder vorgehalten hat, das Gott durch ihn an jenem Pfingstfest vollbrachte, indem er das widerspänstige und zerrissene Volk durch den heiligen Geist einigte und so das Angesicht der Erde erneute' (Briefw. 57, 500ff., 525ff. S. 520f.)

4.

Rienzos Wollen und Vollbringen enthält politisch-nationale, socialistische, religiös-kirchliche und humanistische Bestandteile. Sie voneinander zu schälen und ihre gegenseitige Lagerung festzustellen, davon sehe ich hier ab. Genug, daß sie als ein blendendes, aufregendes und erweckendes Ganze von wunderbarer Mischung gerade in Deutschland zündeten, wo die Persönlichkeit des flüchtigen Tribunen das größte Aufsehen machte, und zumal im Königreich Böhmen, am Hofe Karls IV., wo man die lodernden Ergüsse des unermüdlichen Briefschreibers mit der Gier des Schreckens und der Bewunderung lesend und abschreibend verschlang[1]. Die neuen Weltbegriffe der Wiedergeburt und der Reformation haben deutsche Geister und Herzen in der Person und den Episteln des gefangenen Befreiers von Rom mit ungeheurer Auftriebskraft gepackt. Die Stichworte der neuen Epoche hat man in Deutschland aus dem feurig beredten Munde dieses magisch wirkenden Menschen vernommen.

Die im voranstehenden Abschnitt gegebene Übersicht, die das Leben jener Stichworte in den Erlassen und Briefen des Tribunen aufzeigte, soll nicht vollständig sein. Sie ergibt indessen mit genügender Sicherheit dreierlei. Die beiden Bilder, in denen sich die Begriffe 'Renaissance' und 'Reformation' ankündigen, gehen ineinander über, ja sie sind eine Einheit. Nirgends kann sich das greifbarer ausprägen als in folgendem Satz des ersten Briefes, den Rienzo nach einer vorangegangenen Besprechung mit dem deutschen König an ihn gerichtet hat, um seine politische und religiöse Mission auch schriftlich darzulegen (Briefw. 49, 119ff., S. 196f.): *Amor equidem reipublice magis quam imperii me accendit, vt reformetur iusticia iam defuncta.* Epigrammatischer läßt sich der durchgehende Grundzug seines Wollens und Wirkens, den man weder leugnen noch verdunkeln sollte, nicht zu einem Programm verdichten. Der Gedanke des national-römischen

[1] Über das handschriftliche Fortleben der Briefe Rienzos in Deutschland vgl. meine Einleitung zu der neuen, oben S. 594, Anm. erwähnten Akademie-Ausgabe seines Briefwechsels.

Staates, der *una Italia*, wie er ihn, rückwärts gewandt der Zukunft vorkämpfend, sich idealisierte, stand ihm in der Tat allezeit höher als die versinkende Idee des Imperiums. In jenen Worten fließen nun, wie gesagt, die beiden Begriffe und Bilder zusammen: die schon erstorbene Gerechtigkeit soll reformiert werden. Es ist klar: hier steht *reformetur* im Sinn von *renascetur*, *regeneretur*, *recreetur* oder dergleichen, und anderseits: hier steht *defuncta* im Sinn von *deformata*. Diese Berührung, ja diese Identität der beiden Begriffe und Bilder im Gedankenkreis und Sprachgebrauch Rienzos, das ist das erste Ergebnis der obigen Übersicht.

Das zweite ist — und auch dieses springt aus jenen eben besprochenen Worten hervor — die Wendung des Bildes aus der politisch-religiösen Sphäre in das Ethische. Jene Wendung des Begriffs der Wiedergeburt und Reformation also, der in Deutschland wenigstens zunächst die Zukunft gehörte oder richtiger: der in Deutschland vorläufig die höheren und die litterarisch gebildeten Kreise überwiegend zufielen und die den Humanismus hervortrieb.

Das dritte Ergebnis meiner summarischen Musterung der Ausdrucksweise Rienzos ist: das Bild der Wiedergeburt in seiner nationalen, politischen, humanistischen Färbung und ebenso das Bild der Reformation in seinen Spielarten, sie tragen beide noch überall ihren religiösen Ursprung und ihren religiösen Kern zur Schau. Soweit dabei die humanistische Anwendung, d. h. die Hervorziehung der antiken Lebensformen, sittlichen Anschauungen, Kunst- und Schriftdenkmäler in Betracht kommt, werde ich das später noch im einzelnen erweisen. Beide Bilder enthüllen dem modernen Leser ihren vollen Gefühlswert, ihre mächtige Resonanz in den Seelen der Zeitgenossen erst, wenn man die Tradition überblickt, aus der sie erwachsen sind und mit der sie durch festeste Fäden zusammenhängen.

Letzten Endes liegt hier jener mystische Begriff der Wiedergeburt, des Neugeschaffenwerdens, zugrunde, der in der antiken heidnischen und in der christlichen sacramentalen Liturgie eine Rolle spielt. Es handelt sich dabei um die Vorstellung, der zufolge der Eintritt in das neue Leben nicht den Augenblick eines Sterbens nach einer Periode des Lebens, sondern den Zustand eines verkümmerten Lebens oder auch den eines annähernden oder völligen Totseins ablöst. Diejenige Vorstellung einer Wiedergeburt dagegen, die man Metempsychose oder Seelenwanderung nennt, nach der die einen sterbenden Leib verlassende Seele in einen anderen Körper, in einem anderen Wesen neuersteht, und diese Wanderung durch eine Reihe von neuen Leibern stufenmäßig fortsetzt, muß zunächst aus dem Spiel bleiben. Denn sie ist durchaus heidnisch und wird vom Christentum strengstens abgelehnt. Inwieweit

später, d. h. am Ende des Mittelalters, auch sie Einfluß gewinnt auf christliche Geister, wird sich im weiteren Verlauf meiner Untersuchung herausstellen. Die neueren religionsgeschichtlichen Forschungen haben die sacramentale Bedeutung der Wiedergeburt in den durch das ganze römische Reich verbreiteten Mysterien des Attis- und Kybeledienstes, den Taurobolien, in verwandten Riten der Mithras- und Isisverehrung beleuchtet. Es ist der magisch-liturgische Akt der Weihe und Heiligung in der Vereinigung mit Gott, in der erlösenden Gotteskindschaft, in dem Neugeborenwerden durch den sich opfernden und wiedererstehenden, Unsterblichkeit schenkenden Gott, wodurch der Myste höhere Kräfte, Entsündigung, Unsterblichkeit erringt.

Ohne Magie und Theurgie hatte Jesus in rein ethischem Sinne das Gebot der inneren Umwandlung aufgestellt durch das paradoxe Bild, daß nur, wer wieder wie die Kinder werde, in das himmlische Reich eingehe (Matth. 18, 3). Aus dieser Sphäre mystischer Religiosität stammt die Gleichnisrede im Johanneischen Evangelium, die teils in der bildlichen Paränese des alten Testaments, der Psalmen und der Propheten (Ps. 102, 1. 4. 5. 103, 30. 50, 12. Ezech. 11, 19. 36, 25), teils in der realistischen Symbolik der Mysterienliturgien wurzelt. Nur wer von neuem geboren werde, könne das Reich Gottes sehen! Nur wer aus Wasser und dem Heiligen Geist wiedergeboren werde (Joh. 3, 3): *Nisi quis renatus fuerit denuo* [γεννηθῇ ἄνωθεν], *non potest videre regnum Dei.* Mit deutlichem Hinweis auf die Wassertaufe wird der Heilige Geist als Urheber der Wiedergeburt bezeichnet und für diese doppelsinnig als Zeitpunkt die Aufnahme in das Reich Gottes bestimmt. Entschiedener war bereits im Matthäusevangelium (19, 28) die Wiedergeburt in die Parusie Christi verlegt: *In regeneratione, cum sederit Filius hominis in sede maiestatis suae, sedebitis.* Ebenso will es die eschatologische Vision der Johanneischen Apokalypse (Apocal. 21, 1): *Et vidi caelum novum et terram novam et ego Johannes vidi sanctam civitatem Jerusalem novam. Et dixit qui sedebat in throno; 'Ecce nova facio omnia'* (Jes. 43, 19). Bezieht sich hier die Wiedergeburt auf die Gesamtheit und führt sie so das neue Jerusalem, eine neue Welt herbei, so wird doch wie im Johanneischen Evangelium (3, 3) auch schon von den Apostolischen Briefen die Wiedergeburt in das irdische Leben verlegt und als erlösendes Begegnis des christlichen Individuums aufgefaßt. Unter ausdrücklicher Bezugnahme auf das Sacrament der Taufe und auf den Opfertod des Gottes, also auf das von dem Sacrament der Eucharistie dargestellte Mysterium (Röm. 6, 4): *Consepulti enim sumus cum illo per baptismum in mortem, ut quomodo Christus surrexit a mortuis per gloriam Patris, ita et nos in novitate vitae ambulemus*; vgl. Eph. 5, 25 *Christus dilexit ecclesiam et seipsum tradidit pro ea, ut illam*

sanctificaret, mundans lavacro aquae in verbo vitae; Col. 2, 12; 2. Cor. 4, 10f. Allerdings reicht auch hier die letzte Wirkung des durch die Wiedergeburt erreichten Wandelns in neuem Leben in die äußerste Zukunft, in die Auferstehung.

Ein anderes, dem Paulus zugeschriebenes Wort aber bezeichnet die Taufe als Erlösung durch die Gnade Gottes in dem Bild des Bades der Wiedergeburt und der Erneuerung des Heiligen Geistes (Tit. 3, 5): *Non ex operibus iustitiae, quae fecimus nos, sed secundum suam misericordiam salvos nos fecit per lavacrum regenerationis et renovationis Spiritus sancti.* Ohne ausdrückliche Verbindung mit religiösen Jenseitshoffnungen erscheint das Bild der Wiedergeburt im Epheserbrief (4, 22: *Renovamini autem spiritu mentis vestrae et induite novum hominem*) wie im Colosserbrief (3, 10: *induentes novum [hominem] eum, qui renovatur ... secundum imaginem eius, qui creavit illum*). Noch blasser im zweiten Corintherbrief (5, 17): *Si qua ergo in Christo nova creatura* (vgl. Gal. 6, 15) und im ersten Petrusbrief (1, 23): *Renati non ex semine corruptibili, sed incorruptibili per verbum dei vivi.*

Paulus hat aber bereits den innersten, menschlichen und diesseitigen Kern dieses mystischen Gleichnisses in einem knappen Spruch ausgeprägt, der in seinem Gebot eines täglichen Neuwerdens, abgesehen von der scharf dualistischen Formulierung, dem 'Stirb und Werde' der sinnlich-geistigen Metamorphose Goethes nahesteht (2. Cor. 4, 16): *Licet is qui foris est, noster homo, corrumpatur, tamen is qui intus est, renovatur de die in diem.* Mag auch hier die Erneuerung begründet werden auf den Glauben an die durch Christus gesicherte Unsterblichkeit, so lebt in diesem Spruch doch unleugbar eine Kraft, aus der die moderne, die das Mittelalter überwindende Sittlichkeit Leben schöpfen konnte und geschöpft hat. Und noch vollständiger auf die Bewährung im diesseitigen Dasein, auf den täglichen Wandel des Christenmenschen gerichtet ist ein anderes Wort des Apostels (Rom. 12, 2): *Et nolite conformari huic saeculo, sed reformamini in novitate sensus vestri, ut probetis, quae sit voluntas Dei bona et beneplacens et perfecta.* In dieser Warnung vor der Anpassung an die Weltsünde und in dieser Mahnung zur täglichen Umwandlung und Erneuerung des ganzen sittlichen und geistigen Menschen hat der Grundtext den Ausdruck ΜΕΤΑΜΟΡΦΟΥ͂ϹΘΕ ΤΗ͂ ἈΝΑΚΑΙΝΏϹΕΙ ΤΟΥ͂ ΝΟΌϹ: 'metamorphosiert euch in der Wiederverjüngung des Geistes'. Die Wiedergabe der Vulgata lehrt, daß *reformari* einem *regenerari, renovari* gleichsteht und etwa den Sinn hat: 'in die dem religiösen, christlichen Ideal gemäße Form sich umbilden'. Es entspricht das auch dem antiken Gebrauch von *reformare*, über den später zu reden sein wird. Und wir erkennen hier die Grundlage für die bei Rienzo bemerkte Identität oder mehr Berührung der Ausdrücke *reformare* und *renovare*.

Im Johanneischen Evangelium und im ersten Johanneischen Brief gelangt diese Paulinische Mystik an ihr Ziel. Die Wiedergeburt erhält hier schon im Diesseits den Charakter eines überweltlichen Vorgangs. Aus dem 'Geborenwerden von oben' ergibt sich die Consequenz des 'Geborenwerdens aus Gott', des Seins in Gott, der Vergöttlichung. Jetzt treten die Stichworte *filii Dei, ex Deo nati, natus ex Deo, generatio Dei* und für die wirkende Ursache dieser Gotteskindschaft und göttlichen Zeugung die *caritas* hervor: Joh. 1, 12f. 1. Joh. 2, 29. 3, 1f. 9. 4, 7. 5, 1. 18.

5.

Das Neue Testament vererbte die Vorstellung der Wiedergeburt in den Ausdrücken *renasci, regeneratio, nova vita, renovari, renovatio* einerseits verbunden mit eschatologischen Paradieseshoffnungen und mit dem Glauben an die Wirkung der Sacramente (der Taufe, der Eucharistie), anderseits als Bild einer diesseitigen Vorstufe der jenseitigen Auferstehung und als sittlichen Ausdruck der Gottesgemeinschaft. Und zwar wird, um es nochmals hervorzuheben, gleichbedeutend mit dem Bild der Wiedergeburt und Neuschöpfung das Bild des *reformari*, der *reformatio*, der Umsetzung in die ideale Form, gebraucht.

In der Folgezeit hat das Sacrament der Taufe als ständigen dogmatischen Namen den Titel *sacramentum regenerationis* erhalten. Aber auch das jüngere Sacrament der Buße partizipiert an der Herbeiführung der religiösen Wiedergeburt und heißt demgemäß das *sacramentum resurgentium*.

Das Sacrament der Buße, welches bekanntlich wie nichts anderes die äußerliche Macht des Priesters und der Hierarchie über die Welt gestärkt hat, war zunächst doch ein Antrieb unendlicher religiöser Vertiefung und einer ausgesprochenen Individualisierung der Frömmigkeit. In der Zeit seines Aufkommens und des ersten Jahrhunderts seiner dogmatisch fixierten Wirksamkeit — es genügt, den Namen Hugo von S. Victor zu nennen — hat es einen Strom religiöser Mystik in das kirchliche Leben ergossen, der seinen Höhepunkt im 12. Jahrhundert in Frankreich, im 13. in Italien, im 14. in Deutschland erreichte und besonders bei uns eine solche Fülle eigentümlichen Lebens und reichen sprachlichen Ausdrucks schuf, daß man in begreiflichem, noch heute nicht überwundenem Irrtum die mystische Literatur in deutscher Sprache für ein nationales Gewächs gehalten hat, während sie von Grund aus eine internationale Gemütsdisposition, eine internationale Ausdrucksart der Sehnsucht nach der Gottheit enthält.

In den tiefsinnigen Meditationen, die sich um das Sacrament der Buße schlingen, in der aufwärtsschwebenden, liebeglühenden Mystik

Bernhards von Clairvaux und der beiden Victoriner, mehr noch, seitdem der heilige Franz seine neue Lebensgemeinschaft auf die Buße und die Caritas gründete, steigt Augustins mystische Gnadenlehre wieder empor und entfaltet nun erst, seit dem 14. Jahrhundert, ihre volle befruchtende Kraft, die in Petrarca als Erweckerin des modernen Subjectivismus sich betätigt.

Die Menschheit — so spricht der am tiefsten schachtende Teufer des religiösen Brunnens — ist durch Adams Fall in Sünde und Tod verstrickt, aber sie ist erneuert, wiedergeboren durch Christus, den neuen Adam. Die Kirche ist es, die den einzelnen Menschen, der in ihre Gemeinschaft durch das Einweihungssacrament der Taufe aufgenommen wird, zu einem Gliede macht an dem mystischen Leibe Christi und diesen Anteil sinnfällig und wirksam vermittelt durch das Sacrament der Communion. Aber neben dieser mittelbaren, durch die Kirche verbürgten Erneuerung besteht eine unmittelbare, persönliche der gläubigen Seele. Der in Sünden befangene Mensch ist ein Toter. Aber durch Gottes Gnade wird ihm, sofern er erwählt ist, ein neuer Wille geschaffen, wird er aus einem *impius* ein *iustus*, indem der Heilige Geist an Stelle der bösen Begierde die gute ihm eingießt, das heißt die *caritas*. Diese *inspiratio dilectionis* ist die sehnende, bittende Liebe, der Glaube, der durch Liebe tätig ist. Und diese Umwandlung, diese *iustificatio* heißt *renovatio*. Auch die Taufe gibt ein *lavacrum regenerationis*, in dem alle Sünden erlassen werden, auch die Eucharistie gibt ein Kleinod, die *communio corporis Christi*. Aber der Getaufte möge zusehen, ob er die *caritas* besitze und dann sprechen: 'Ich bin geboren aus Gott' (*natus sum ex deo*), ob er den Glauben habe, und dann den Ruf verdienen: 'Du hast gegessen' (*manducasti*: das Brot des Lebens)[1]. Erst die Wiedergeburt von innen heraus 'in der Neuheit des Geistes', die Erneuerung des inneren Menschen nach dem Bilde Gottes, seines Schöpfers, bringt den Zustand der Gotteskindschaft[2].

Die Wiedergeburt, die die Apostel und das Evangelium forderten, hat eine zweiseitige Natur. Sie enthält das Wesentliche der Rechtfertigung des Menschen, der Tilgung seiner Schuld, der in ihm wirkenden göttlichen Gnade. Aber sie erscheint anderseits auch nach außen gekehrt als Entfaltung und Betätigung des neuen Geistes, der neuen Kraft, die in der Regeneration erwachsen. Beide Seiten,

[1] Vgl. Ad. Harnack, Dogmengeschichte³ 3 (4. Cap. 2, 23), 145. 192 ff.; ⁴ 154. 205 ff. Loofs, Grundriß der Dogmengeschichte⁴ § 50, 7. 8 (S. 385 ff.). § 51, 3*d*—5*c* (S. 402 ff.). Schwane, Dogmengeschichte² Bd. 2 (Freiburg i. B. 1895), S. 544.

[2] Augustin, De peccat. merit. et remiss. 2, 7, 9 (Migne 44, S. 156): *Non advertunt, eo quosque fieri filios Dei, quo esse incipiunt in novitate spiritus et renovari in interiorem* (*renovare interiorem* Var.) *hominem secundum imaginem eius qui creavit eos* usw. bis zum Ende des Abschnitts; charakteristisch auch z. B. Confessiones 13. 21. 30. 22. 32; 4. 11. 16.

sowohl die rein religiöse als die mehr sittlich-menschliche Wirkung der innerlichen Neuschöpfung, werden nun während des 13. und 14. Jahrhunderts in Italien und in Deutschland gegenüber der rein dogmatischen Formulierung lebendiger erfaßt.

Daß alle Religion in dem inneren persönlichen Erlebnis ruht, tritt nun aufs neue vor die Augen und in das Bewußtsein der Menschen durch das Wirken zweier großer Erwecker. Joachim von Fiore in Calabrien und Franz von Assisi, sie stehen einander nicht bloß darum nahe, weil ihre Nachfolger und Schüler sie beide gemeinsam verehrten. Sie sind sich auch aus sich selbst innerlich verwandt. Beide zusammen bringen sie eine der größten Reaktionen, die das Christentum erfahren hat.

Beide wenden sich ab von theologischer Gelehrsamkeit, von kirchlicher Macht und Herrschaft, von hierarchischem Glanz, von Dogma und Buchstaben. Ungeschrieben ist Joachims *Evangelium aeternum*, der lebendige Inhalt der echten Lehre Christi, das im erwarteten Zeitalter des Geistes an die Stelle des äußeren Evangeliums treten soll. Aus dem Herzen allein quillt die neue Frömmigkeit, die Franz in opferwilliger Armut, in Demut und brüderlicher Liebe, in kindlicher Fröhlichkeit, dienend und predigend verbreitet.

Aber diese neue Frömmigkeit, die Joachim und Franz verkünden und fordern, lebt nicht mehr allein in der religiösen Meditation, in Andacht und Gebet, nicht im Finstern, Formlosen, Abstrakten. Ihre eigentliche Quelle, die wahre Kraft ihrer Wirkung finden Joachim und Franz übereinstimmend in der Sphäre menschlicher Seelenäußerung, die hineinragt in das Gebiet lebendiger Bewegung, in das Spiel der Phantasie. Trotz aller Askese und Kasteiung, trotz ihrer Verachtung von Luxus und äußerem Glanz, von äußerer Schönheit und allem Schmuck wenden sich beide doch auch an gewisse ästhetische Kräfte und Bedürfnisse, räumen sie z. B. der Musik und der Poesie eine Macht ein, die einen Zug zum Rührenden, Zarten, ja zur lichten Heiterkeit verrät. In beiden steckt ein Stück vom Poeten, vom Sänger. Der wahre Mönch soll nichts sein Eigen nennen als die Harfe, Gott zu preisen — Joachim kündet es und berichtet, ihm sei, was er früher durch kein Studium habe ergründen können, in der Liebe zum heiligen Gesange während des Gesanges am Pfingstfest aufgeschlossen worden: das Geheimnis der göttlichen Dreieinigkeit. Das sei ihm dabei im Bilde des zehnseitigen Psalters erschienen, und danach habe er seinem Buch den Namen gegeben. Der Ton dieses zehnseitigen Psalters soll den Leser entzücken und zu Tränen rühren. Aber jeder äußere Ton schweige, wenn der innere Gesang anhebt, und vor der geistlichen Wonne schwinde die leibliche (*Commentarius in Apocal.*

Bl. 70 b 2. *Psalterium decem chordarum* Vorrede und lib. 1, dist. 1). In ähnlichem Sinne nennt Franz von Assisi sich und seine Gefährten *ioculatores Domini*, d. h. 'fahrende Sänger des Herrn'. Aber er beruhigt sich nicht, wie Joachim, in dem bloßen Bilde. Er setzt es in concrete Wirklichkeit um. Er will, daß seine Genossen nach der Predigt, unter der Führung etwa des Bruders Pacificus, der früher ein gefeierter höfischer Sänger gewesen war und 'König der Verse' geheißen hatte, die *Laudes Domini*, vor allem das 'Sonnenlied' zum Preise der göttlichen Schöpfung singen, so im Wetteifer mit der weltlichen Dichtung die Menschenherzen zur heiligen, geistigen Fröhlichkeit (*ad laetitiam spiritualem*) aufrichten und dafür als Sängerlohn Almosen, die Unterpfänder der *vera paenitentia*, einsammeln sollten (*Speculum perfectionis* 9, 100 und 9, 59. 60 ed. Sabatier, Paris 1898, S. 197, 16—198, 2, 199—201, 2. 108 ff.; *Legenda trium sociorum* ed. Mich. Faloci Pulignani. Fulginiae 1898, 8, § 32. 33 S. 54).

Beiden weist ihren Weg der Ruf: 'Zurück zur Quelle christlicher Religion! Zurück zum Wortlaut des Gebots der Evangelien!' Franz mahnt immer aufs neue, zu leben *secundum formam evangelii* oder *secundum formam ab apostolis traditam et servatam*, d. h. nach der vorbildlichen, idealen Form des Apostolischen Lebens. Ihren bisherigen Wandel nach diesem reinsten Abbild der Vollkommenheit (*perfectio*) des göttlichen Urbilds umgestalten — das ist es, was Franz und die Seinen *reformare, reformatio* heißen. Christi Befehl der brüderlichen Liebe in Besitzlosigkeit, Buße, Demut gibt dem heiligen Franz die Norm für die Gemeinschaft der apostolischen Wanderprediger. Die pneumatische Lehre des Johanneischen Christus von der inneren Wiedergeburt im heiligen göttlichen Geist der Wahrheit gibt Joachim den Begriff des ewigen Evangeliums des Geistes und des künftigen Ordens der Gerechten, der Spiritualen.

Einst gab es — so lehrt Joachim — einen schattenvollen Ort und einen dunkeln Himmel, das alte Testament, das Testament des Buchstabens, nur erhellt durch die Sterne, die Propheten, die den Geist Gottes in sich hatten. Dann folgte der zweite Himmel, die Zeit der Gnade, das neue Testament, erleuchtet vom Glanz des Mondes. Aber soll dieser Himmel schon das Ende unserer Vollkommenheit sein? Mit nichten. Denn Paulus selbst hat ja die bereits in Christus Wiedergeborenen noch irdische Geschöpfe gescholten, die nicht fähig wären, die Gaben des göttlichen Geistes zu empfangen[1]. Diese Wiedergeburt durch das allen gemeinsame Sacrament der

[1] Joachim *Concordia veteris et novi testamenti* II, tract. I, Cap. 1. Venet. 1519 Bl. 6[vb] (nach dem Protokoll von Anagni hrsg. von Denifle, Archiv für Litteratur- und Kirchengeschichte des Mittelalters, 1, 1885, S. 127): *Sed num, quia secundum celum tante novimus esse dignitatis, idcirco dicimus esse in eo finem perfectionis nostre? Et ubi est illud, quod iam renatis in Christo inproperabat Paulus [1. Cor. 3, 1 f.], vocans illos homines et animales et quibus lac opus esset et non solidus cibus, dicens, animalem hominem non percipere ea que sunt spiritus dei [1. Cor. 2, 14]? Restat ergo, ut in tertio celo finem perfectionis nostre positum esse intelligamus, celo utique spiritualis intelligentie, que de utroque testamento procedit.*

Taufe genügt Joachim noch nicht. Er fordert eine Wiedergeburt höherer Art, für die Erwählten: die Wiedergeburt des dritten Himmels. Erst die Söhne jener Unvollkommenen (nur Getauften), erst die, die in Christus werden neu geboren werden durch das ewige Evangelium, das im Geiste und deshalb nicht wie jedes Buchstaben-Evangelium zeitlich, sondern unvergänglich ist, werden einziehen in das gesegnete Land, darin Milch und Honig fließt[1].

Der erste Weltstand war unter dem Gesetz, der zweite, in dem wir leben, ist unter der Gnade, der dritte, den wir als noch bevorstehend erwarten, unter reicherer Gnade, jener Gnade, die nach dem Johannes-Evangelium (1, 16) an Stelle der Gnade verheißen ward, nämlich des Glaubens und der Caritas. Der erste Weltstand war im Wissen, der zweite ist in der Weisheit, der dritte wird sein in der Vollkommenheit des Intellects. Der erste in knechtischem Dienst, der zweite im kindlichen Dienst, der dritte in der Freiheit. Der erste in der Furcht, der zweite im Glauben, der dritte in der Caritas. Der erste im Licht der Sterne, der zweite in der Morgenröte, der dritte im vollen Tagesglanze. Der erste im Winter, der zweite im Frühling, der dritte im Sommer. Der erste brachte Nesseln, der zweite bringt Rosen, der dritte Lilien.

Wie, nachdem der Perserkönig Cyrus vierzig Jahre vollendet hatte, den Juden volle Freiheit gegeben ward zum Wiederaufbau des von Nebukadnezar zerstörten Tempels in Jerusalem, so soll nach Vollendung von vierzig Generationen seit der Menschwerdung Christi den Gläubigen vollkommene Freiheit gegeben werden im heiligen Geiste, also daß man dann mit Recht Halleluja werde singen dürfen, weil die Geburt der Kirche (d. h. der wahren, der idealen Kirche) mitten in jener schwersten Heimsuchung am Ende des zweiten Weltstandes stattfinden. Alsdann werde der heilige Geist, der einst, bei der Ankunft Christi, vom Gottvater ausging, vom Sohn Gottes ausgehen (Concordia 5 Cap. 77, ed. Denifle S. 112). Alsdann werden sich alle Juden und Heiden zum Christentum bekehren und es wird nach dem Johannes-Evangelium (10, 16) eine Hürde sein und ein Hirt (Concordia 5 Cap. 51, nach dem Protokoll von Anagni herausgegeben von Denifle, a. a. O. S. 113).

In dieser Zeit der Herrlichkeit wird nach Ablauf der Prüfungen der Kirche, und nachdem sorgfältig der Weizen vom Unkraut gereinigt ist, gleichsam ein *dux novus* aus Babilon, d. h. aus der römischen Kirche, erstehen, ein universaler Papst des neuen Jerusalem, und ihm wird die Vollmacht verliehen werden zur Erneuerung der christlichen Religion (*ad innovandam christianam religionem*), während der Herr der Heerscharen schon über die ganze Erde anfängt zu herrschen[2].

Die Innovation der christlichen Religion durch das Universalpriestertum des *dux novus* im neuen Jerusalem wird nun das religiöse Leben der Gesamtheit zum Bessern umgestalten oder wie Joachim mit dem zukunftsschwangern Wort sagt: reformieren.

---

[1] Joachim In Apocal. Venetiis 1527, Bl. 95vb (nach dem Protokoll von Anagni hrsg. von Denifle, a. a. O. S. 128): *Filii autem eorum* [jener vorher Genannten, die im Geiste sich noch nicht vollkommen aus dem Lande der Fleischlichkeit, Aegypten, befreien konnten], *qui gignentur in Christo per evangelium eternum, quod est in spiritu — quoniam utique evangelium, quod est in littera, temporale non eternum, — ingredientur revera in terram bonam, in terram fluentem lac et mel.*

[2] Concordia IV, Cap. 31, Bl. 56rb, (nach dem Protokoll von Anagni hrsg. von Denifle S. 105): *In ecclesia incipiet generatio XLII. vel hora, in qua Deus melius novit, in qua videlicet generatione peracta prius generali tribulatione et purgato diligenter tritico ab universis zizaniis ascendet quasi dux novus de Babilone universalis pontifex nove Jerusalam, hoc est sancte matris ecclesie, cuius typo scriptum est in Apocalipsi VII [Apoc. 7,2]: 'vidi angelum ascendentem ab ortu solis habentem signum dei vivi' et cum eo reliquie excussorum. Ascendet autem non gressu pedum aut immutatione locorum, sed quia dabitur ei plena libertas ad innovandam christianam religionem et ad predicandum verbum dei incipiente iam regnare domino exercituum super omnem terram.*

Die so entstehende neue, ideale Form des religiösen Lebens vergleicht Joachim mit concreter geschichtlicher Bezeichnung dem Zustand der ersten Christen im Apostolischen Zeitalter, zugleich aber erhebt er sie hoch darüber, indem er von der Zukunft eine Verdopplung des einstigen, in der Zeit der Prüfung verlorenen Besitzes der Kirche durch die Bekehrung der Juden und Heiden erwartet[1]. Und diese Reformation, die das dritte, das Weltalter der Zukunft bringen soll, ist ihm im Grunde die gesteigerte Wiederholung jener Reformation, durch die zu Beginn des zweiten Weltalters Christi Menschwerdung den Unschulds- und Paradieseszustand des ersten Menschen (Adams) wieder erschaffen hatte, der durch den Sündenfall zerstört war[2].

Diese Erneuerung der christlichen Religion, die hier dem neuen *dux*, dem idealen Universal-Papst der Zukunft obliegt, erwartete man in gewissen Kreisen der Anhänger des heiligen Franciscus von ihm. Schon die frühesten Legenden berichten, der Kardinal Johannes de Paulo (1205—1216), der dem heiligen Franz den Zutritt zum Papst Innocenz im Jahre 1209 vermittelte, habe ihn jenem vorgestellt als einen Mann, der nach der Form des heiligen Evangeliums leben will, und durch ihn wolle, wie er annehme, Gott in der ganzen Welt den Glauben der heiligen Kirche neugestalten (*reformare*)[3].

Das wird zum zündenden Stichwort der Epoche. Freilich ein Stichwort mit höchst verschiedenem Inhalt, dem bald für die Gegenwart und irdische Zustände, bald für das erwartete Ende der Welt Gültigkeit zuerkannt wurde. Hier erscheint es ausgegeben innerhalb der Kurie selbst.

Diese Reformation, diese Erneuerung der kirchlichen Gemeinschaft und ihres religiösen Lebens soll aus der Wiedergeburt, der Erneuerung der Religiosität des Individuums fließen. Das ist der Kern des ganzen Gedankenkreises. Die 'Erwählten Gottes', die im Stande des Neuen Testaments leben, unterscheiden sich von den Söhnen Jacobs, die im Fleisch geboren sind, dadurch daß sie 'zur Gerechtigkeit geboren und wiedergeboren sind durch Wasser und den heiligen Geist' (*nati sunt ad iustitiam, regenerati utique ex aqua et spiritu sancto*: Joachim, *Concordia II. tract.* 1 Cap. 1 Bl. 6[va]). Seit dem Auftreten des Täufers Johannes gibt es diese spiritualen Söhne Gottes, die in ihm erzeugt sind durch den heiligen Geist, der sich auf Christus herabließ in der Gestalt der Taube, und aus dem noch täglich die Söhne Gottes wiedergeboren werden (*de quo et renascuntur quotidie qui sint filii dei:* Joachim *Introduct. in Apocal.* Cap. 5 Bl. 6[ra]).

---

[1] Joachim Concord. 5, Cap. 86, Bl. 114[rb]: [es ist die Rede von Daniel und Hiob, denen nach göttlicher Prüfung aller Schaden doppelt ersetzt wird] *Quod autem completa tentatione restituti sunt Job eiusdem numeri filii cuius fuerunt primi, et duplicata sunt omnia que possederat, significat reformari statum ecclesie in eum gradum et similitudinem, in quo fuit tempore apostolorum et letari in multitudine duorum populorum, hoc est Judeorum et gentilium. Etenim vsque modo sole gentes glorificant Christum, in illo autem die plenitudines Judeorum et gentilium.*

[2] Joachim Conc. 5, Cap. 84, Bl. 112[rb] f. (nach dem Protokoll von Anagni hrsg. von Denifle S. 132): *Primus itaque status pertinet ad patrem ... Secundus ad filium, qui assumere dignatus est limum nostrum, in quo jejunari et pati posset ad reformandum statum primi hominis, qui ceciderat comedendo. Tertius ad spiritum sanctum, de quo dicit apostolus: 'ubi spiritus domini ibi libertas' [2. Cor. 3, 17]!!*

[3] Sancti Francisci Legendam Trium Sociorum ed. Mich. Faloci Pulignani. Fulginiae 1898 Cap. 12 § 48 S. 69: *Inveni virum perfectissimum, qui vult vivere secundum formam sancti Evangelii et evangeliorum perfectionem in omnibus observare: per quem credo, quod Dominus vult in toto mundo fidem sanctae Ecclesiae reformare.*

6.

Diesen mystischen Gedankengängen bleibt, wie man sieht, immer die bereits im Neuen Testament gegebene Zweiseitigkeit erhalten: die Wiedergeburt oder Umwandlung in die neue, ideale Form vollzieht sich entweder im Individuum oder in der kirchlichen Gemeinschaft. Beides kann zusammenfallen oder sich gegenseitig bedingen, wie es in der Vorstellung Joachims, mehr noch in deren Fortbildung durch seine Nachfolger, besonders in den intransigenten Franziskanerkreisen vielfach geschah. Aber man kann sagen: alle diejenigen, die der Frömmigkeit des heiligen Franz persönlich sich am nächsten hielten, haben immer das individuelle Element der Wiedergeburt, sie haben die Reformation des inneren Menschen stärker oder allein betont. Weil Franz selber darauf das Hauptgewicht gelegt hat, war es ihm möglich, mit der Kirche, wie sie Papst, Curie und Hierarchie darstellt, seinen Frieden zu schließen. Diejenigen Gruppen seines wie des verwandten Dominikanerordens, welche die andere Seite des Wiedergeburts- und Reformationsgedankens zur Richtschnur nahmen, stießen unausweichlich mit den Organen der irdischen Herrschaft, der Kirche und des Staates, feindselig zusammen. Denn die geschichtsphilosophische Mystik des Propheten Joachim barg in sich Explosivstoffe ungeheuerster Kraft.

Dieser calabrische Anachoret, dessen Entwicklung, wie ich für sicher halte, byzantinische und süditalisch-griechische Einflüsse bestimmt haben, geht aus von der kirchlich rezipierten, dogmatisch durchaus unanstößigen typologischen und eschatologischen Ausdeutung des alten und neuen Testaments. Er ist scheinbar ein treuer Schüler der alten Propheten und der Apokalypse, die auch von der Kirche als Autoritäten anerkannt waren. Aber er reißt die Scheidewand nieder zwischen Wirklichkeit und Himmlischem. Er pflanzt die Erfüllung, die Vorbereitung der letzten Dinge, die Schrecken und Wunder, die der Parusie voraufgehen, in die Gegenwart oder doch wenigstens in eine fest datierte, nahe Zukunft. Und er gibt den prophetischen und apokalyptischen Bildern und Gleichnissen mit erstaunlicher Kühnheit einen realistischen Sinn: er bezieht sie auf Dinge und Einrichtungen der bestehenden Kirche, der wirklichen Hierarchie.

Ich zweifle nicht, daß Franz von Joachims erregender Prophetie, sei es auch nur indirekt, berührt gewesen ist. Aber diese Frage verschwindet völlig vor der ganz sicheren Tatsache: die von Franz gestiftete Genossenschaft der dem apostolischen Vorbild nachlebenden Minoriten und der auf ähnlicher Grundlage gegründete Orden der

Dominikaner erschienen vielen ihrer Mitglieder, erschienen vor allem den draußen Stehenden als Erfüllung jener von Joachim angekündigten neuen Form des Mönchtums, jener *perfecti spirituales*, jenes *ordo justorum*. Große Gruppen in den beiden Mendicantencongregationen eigneten sich die über Joachim hinausgehende Auslegung von dessen Schüler, Gerhard aus Borgo San Donnino, an und fühlten sich als den vom Calabresen verheißenen Orden der Auserwählten oder stellten sich ausdrücklich als solchen hin. Dadurch erst gaben sie dem *Evangelium aeternum* die elementare Gewalt, die die Welt, Fürsten, Gelehrte, Frauen, Bürger, das ganze Volk, und was am folgenreichsten wurde, auch zahllose Conventikel der Frommen aufwühlten.

Die furchtbaren kirchlichen, politischen, sozialen Kämpfe, die das Umsichgreifen des extrem gesteigerten Joachimismus seit der Mitte des 13. Jahrhunderts entfesselten, sind durch die neueren umfassenden Forschungen von Historikern und Kirchenhistorikern beleuchtet worden und allbekannt, wenn auch keineswegs im einzelnen genügend aufgeklärt. Davon will ich hier nicht reden. Nur das Eine sei gesagt: durch die Joachimitische Strömung wird innerhalb der beiden Bettelorden die Spaltung zwischen den Laxen, der sogenannten Conventualen-Gruppe, die mit dem bestehenden Kirchenregiment Frieden halten, und der radikalen Partei der Observanten oder Zelanten, die im Sinne des heiligen Franz eine tiefgreifende Reformation des Ordens und der Kirche fordern, unheilbar, und Angesichts dieser Spaltung stellen sich die Führer der weltlichen Vorwärtsbewegung Dante und Rienzo der Conventualen-Partei entgegen. Dante feiert im elften und zwölften Gesang des Paradieses Franziscus und Dominicus als die beiden Lichter, als die beiden fürstlichen Brautführer der Kirche bei ihrer Vermählung mit Gott und läßt den Conventualen durch Thomas von Aquino und Bonaventura schimpfliche Entartung vorwerfen (Parad. 11, 28—39). Rienzo erblickt sie als die Prediger im Geiste des Enoch und des Elias, der beiden zur Bestreitung des Antichrist Wiedererscheinenden, als die Stützer der zusammenbrechenden Kirche, die durch ihr Wirken das göttliche Strafgericht hinausschieben (Briefw. 49, 52ff., S. 193f.), ihre Convente dagegen als Herde weltlicher Üppigkeit und Verworfenheit (Briefw. 58, § 15. 16, S. 291ff.).

Das mystische Bild von der Wiedergeburt und der Reformation in seiner Zweiseitigkeit hatte das ganze Mittelalter durchgelebt. Aber es war verblaßt und erstarrt zu einer dogmatischen Formel der Sacramentenlehre. Nun, seit dem religiösen Aufschwung des 12. Jahrhunderts, an dem auch die ekstatischen Frauen in den Niederlanden wie in Deutschland so tief beteiligt sind, seit Joachim, Franz, Dominicus, seit dem schrankenlosen Emporfluten des religiösen Enthusiasmus

verwandelt jenes Bild sich in den Ausdruck eines zuerst nur einzelne, dann auch weite Kreise erfüllenden Gefühls und Verlangens rein menschlicher Art, in das sich das Bedürfnis und die Darstellungskraft der Phantasie, der Sinne eindrängt. So wird es ein Stichwort für den bewußten Fortschritt im weltlichen Bereich: für das Politische und Sociale, gleichzeitig auch für das Poetische und Künstlerische.

Einer der wirkungsvollsten Vermittler des religiösen Gedankens von der Wiedergeburt und der Umwandlung in die ideale Form war der große Franziskaner Generalminister Bonaventura. Er hat die leidenschaftlichen Gegensätze im Minoritenorden zwischen den der weltlichen Strömung der Kirche und dem Curialismus nachgebenden Laxen und den Zelanten zeitweise auszugleichen oder zu mildern verstanden. Er ist einer der gelehrtesten und scharfsinnigsten Theologen, gepanzert mit dem vollen Rüstzeug jener Gedankenbaukunst, die wir mit einem halb ehrfürchtigen, halb entsetzensvollen Schauer Scholastik nennen. Sein Kommentar zu den Sentenzen des Petrus Lombardus ist voll profundem biblischem, patristischem, scholastischem Wissen und beherrscht die dialektisch-syllogistische Methode in vollendeter Meisterschaft mit spielender Klarheit. Aber er, der Kenner und Schüler des Areopagiten, ist zugleich der Bahnbrecher der europäischen Mystik des ausgehenden Mittelalters, die, was meist ignoriert wird, ihre Quelle in Byzanz hat. Seine Predigten und seine erbaulichen Schriften haben das religiöse Leben des abwelkenden Mittelalters in unberechenbarer Weise befruchtet. Aus ihm nährt sich die deutsche Mystik, die Mystik der großen Dominikaner. Aus ihm nährt sich vor allem die Phantasie und die Empfindung der Künstler des 14. und 15. Jahrhunderts: der Maler, der Dichter, der scenischen Darstellungen, der Publizisten und Epistolographen in Italien, in Frankreich, in Deutschland, überall, wo christlicher Glaube seine Stätte hatte.

Ich habe die Schriften des Bonaventura daraufhin durchgearbeitet und kann hier nur das Ergebnis andeuten. Mit gleich enthusiastischer Überzeugung erläutern und verherrlichen die Argumentationen seiner philosophischen Systematik im Kommentar zu den Sentenzen des Petrus Lombardus wie seine mystischen Andachtsbücher und seine Predigten das Johanneische Herrenwort von der Neugeburt, das Paulinische (Eph. 4, 23) *Renovamini spiritu mentis vestrae* und das andere Pauluswort *In novitate vitae ambulemus* (Röm. 6, 12). Diese enthusiastische Überzeugung prägt zündende Bilder für die *reformatio animae*: durch ihren göttlichen Künstler mittels der Natur[1] geschaffen nach seinem Bilde,

---

[1] Dieser Gedanke, den auch Thomas Aquinas breit und tief entwickelt, bleibt die Grundlage für die Ästhetik der Renaissance. Auch Vasaris (s. oben S. 597) Lehre von der Naturnachahmung wurzelt darin. Wer hier 'Natur' im Sinne des modernen

ist die menschliche Seele deformiert durch die Sünde: sie kann reformiert werden, d. h. die gottähnliche Form wiedererhalten durch die Gnade. Aber es handelt sich dabei um ein Plus gegen den Urstand Adams vor dem Sündenfall. Nicht bloß der paradiesische Stand der Seele vor dem Sündenfall soll durch die Gnade wiederhergestellt werden. Das Mittleramt des geopferten Christus und des Heiligen Geistes verbürgt ein Größeres. Die Reformatio, auf die Bonaventura abzielt, ist eine Transformation höherer Art. Er eignet sich, um sie zu bezeichnen, die gewagte Formel Pseudo-Bernhardischer Mystik an: 'Wer Gott mit inbrünstiger Seele liebt, der verwandelt sich in ihn.' Da haben wir das Übermenschentum [1], das man im Zeitalter der Renaissance so gern findet und so gern für antichristlichen, heidnischen Titanismus erklärt, jedoch als Ausfluß enthusiastischer mystischer Devotion! Aber tiefer noch ergreift ihn die andere Mahnung *In novitate vitae ambulemus* (Röm. 6, 12). Inmitten der menschlichen Not und Unbeständigkeit zeigt sie ihm die 'Regel oder Form des heiligen Lebens'. Und nun öffnet seine rednerische Kunst die Schleusen der biblischen Metaphorik, um diese *novitas vitae* zu erheben. Mit strömender Fülle des Gefühls häuft er die Elemente dieses Neu-Werdens. Damit wir dem Gebot des Apostels folgen können, ist uns vielerlei nötig. Wir brauchen *nova desideria aeternitatis*. Wir brauchen nach dem Ezechielwort (Ez. 36, 26) den 'neuen Geist' und 'das Herz von Fleisch' an Stelle des versteinten Herzens. Wir brauchen die 'neue Rede der Menschheit' (*nova eloquia scilicet veritatis*), die neuen Zungen, die das Marcusevangelium (16, 17) nennt; die neuen Zeichen der Heiligkeit (*nova signa scilicet sanctitatis*), die der Epheserbrief (4, 23) beschreibt als Erneuerung des Geistes und Anziehen des neuen, nach Gott geschaffenen Menschen in der Gerechtigkeit und Heiligkeit der Menschheit. Wir brauchen 'neue Beispiele der Liebe' (*nova exempla, scilicet caritatis*), wie es das 'neue Gebot' des Johannes (13, 34) einschärft. Wir brauchen 'neue Loblieder auf Gott' (*nova praeconia, scilicet divinae laudes*). Wir brauchen 'neue Wettkämpfe der Mannhaftigkeit' (*nova*

Empirismus oder Naturalismus verstünde, setzte sich ordentlich in die Nesseln. Und das gleiche gilt mit geringfügigen Ausnahmen für die ganze Renaissance, die eben nur modernem Anachronismus, d. h. nur der Aufklärung, dem Classizismus, dem Liberalismus, dem subjektiven Anarchismus neuer und allerneuester Cultvereine, deren Heilige ich nicht zu nennen brauche, für paganisch gelten kann. Die Antithese vom sinnlichheitern Hellenentum und weltfeindlichen christlichen Nazarenertum ist eine Legende, mag sie auch Goethe, wenigstens zeitweise, geglaubt und verbreitet haben.

[1] Erinnern möchte ich an die verwandten Vorstellungen der niederdeutschen Begine, der Schwester Mechthild von Magdeburg, die in ihrem urmystischen 'Fließenden Licht der Gottheit', das wir leider nur in einer jüngeren oberdeutschen und in einer etwa gleichzeitigen lateinischen Übersetzung besitzen, mit solchem Hochgefühl redet von der 'Königin Seele'.

certamina, scilicet virilitatis). Wir brauchen neue Beseligungen (*nova charismata, scilicet suavitate*).

Dieses vielfältige Echo des erweckenden Stichworts vom neuen Leben, das Bonaventura so ausklingen läßt und wieder hervorlockt, ertönt auch in den lateinischen und italienischen Gesängen der sehnsüchtig heißen Frömmigkeit Franziskanischer Kreise. Die gluterfüllte Trunkenheit dieser religiösen Lyrik ist seit den Tagen von Görres und F. Schlosser oft genug bis in die allerjüngste Zeit lebendig dargestellt und in ihrer Fortwirkung auf die weltliche litterarische und künstlerische Production erfaßt worden. Thomas von Celano, der Dichter des *Dies irae*, feiert in seinen Hymnen das *transformari in fulgidum speciem*, die *transformatio in Jesum*, die *sanctitatis nova signa*, die *iura novae legis*, den *novus ordo* und die *nova vita*, die Erneuerung des evangelischen Standes. Er häuft die Wortstämme *renovare*, *restaurare*, *reformare*, um die 'unerhörte' Kraft des Franziskuslebens den Seelen der Hörer einzubrennen. Der Refrain jenes berühmten Liedes des schwärmerischen Revolutionärs Jacopone da Todi: *In foco amor mi mise* gibt den Grundton dieser mystischen Erotik voll realistischer Bildkraft und weltlicher Farben. Da ruft etwa — ich gebe eine zusammenziehende Umschreibung, die aber die entscheidenden Worte bewahrt — die Seele im Zwiegespräch mit Christus: 'Wie das Eisen in der Glut sich auflöst und wie die Luft von der Sonne deren Wiederschein aufnimmt, die dabei ihre eigene Form verlieren und in eine andere Figur übergehn, so verzehrt sich mein Geist in dir, gehüllt in Liebe; der eigenen Qualität verlustig hat er nun die Kraft, wie er geformt ist (*como è formata*), fruchtbare Werke zu schaffen, transformiert allein in dich, Christus, Du süßes Lieben.' Und auch dieser Zustand der Erhöhung, der Erhebung und Steigerung des Subjects, der mit genauer Anlehnung an die Liebesterminologie provenzalischer Minnedichtung geschildert wird, heißt *nova vita*. In einem andern dieser Franziskaner-Lieder wird von der spiritualen Liebe gesagt: 'Sie hat mich plötzlich erneut zum andern Menschen und weggedrängt die alten Gedanken und Kräfte.'

Mächtiger, menschlicher, irdischer, gesunder tönt das Echo dieses Rufs vom Neuen Leben in Dantes autobiographisch-allegorischer Umrahmung seines Canzonenkranzes, den der breite Anfangsaccord eröffnet *Incipit Vita nova*, der dem Ganzen den Namen gibt. Der Grundgedanke dieses mit den Schleiern geheimster Empfindung und persönlichsten Erlebnisses umwobenen Werks ist ja durchaus die innere Wandlung des Erzählenden: das Neuwerden durch die vergeistigende, läuternde Kraft der Liebe. Der Trieb zu solchem neuen Leben ist es, der den 'süßen neuen Stil' hervorbrechen läßt, in dem der alte Adam

des abgestorbenen Formelwesens verabschiedet und der neue poetische Mensch angezogen wird.

Renaissance und Reformation sind nur scheinbar Naturkatastrophen. In Wahrheit hat sie ebenso ein unaufhaltsamer Wille, eine ungeklärte, aber ihrer Richtung gewisse Sehnsucht hervorgebracht, wie die Erhebung der deutschen Litteratur von Opitz bis auf Schiller.

Die oft genannte Canzone Dantes *Donne, ch' avete intelletto d' Amore*, die er im Purgatorio (24, 49ff.) von dem Vertreter der alten Schulpoesie Bonagiunta als Muster der 'neuen Dichtung' (*nuove rime*), des *dolce stil nuovo* preisen läßt, soll nichts sein als Entlastung des Geistes (*isfogar la mente*) und wird in der *Vita nuova* (Cap. 19) mit Bewußtsein analysiert als ein Produkt neuer Art, das der momentan-persönlichen Lust zum Dichten so entkeimte, als ob die Zunge wie von selbst sich bewegte, das aber freilich zur reifenden Ausgestaltung mehrerer Tage des Nachdenkens bedurfte. Mit Stolz bekennt er sich den abgeschiedenen Poeten der welkenden erklügelten Kunst als ein Schaffender, der nur, wenn *Amore*, d. h. die himmlische Liebe, ihn anweht, und nur so wie sie ihm dictiert, wie sie in seinem Herzen redet (Cap. 24), Verse schreibt.

Dante glaubt gleich Joachim von Fiore, den er als prophetischen Geist pries (Parad. 12, 140), gleich dem heiligen Franz, gleich den Joachimiten, den franziskanischen und dominikanischen Spiritualen an die Erneuerung der menschlichen Seelen. Nur sucht er sie nicht mehr wie jene ausschließlich in dem Verhältnis zu Gott. Er strebt nach dem neuen Leben in dem Einklang des Schönen und des Himmlischen, in jener neuen Poesie, der das Licht der übersinnlichen Wahrheit, Weisheit und Schönheit aufleuchtet aus der bunten Erscheinungsfülle der Welt und der Menschen. Der poetische Ausdruck und die künstlerische Gestaltung dieses Strebens ist seine mystisch-biographische Dichtung, die er *Vita nova* nannte, und so verstanden, lösen sich alle Zweifel über den Sinn des Titels. Aber gleich den Joachimiten hofft er neben der *reformatio interioris hominis* auch auf die Reformation der Kirche, auf die baldige große Umwandlung alles Irdischen und erwartet sie als sichere Notwendigkeit, bedingt durch eine bevorstehende Änderung der Conjunction der Gestirne. Gleich den Joachimiten (s. oben S. 617) harrt er auf den *dux novus* und den *papa angelicus*, die das Imperium und die Kirche in idealer Form erneuern werden. Der poetische Ausdruck und die künstlerische Gestaltung dieser Erwartung ist sein großes Weltgedicht die *Divina Commedia*, bereits angekündigt in der *Vita nova* und nur Erfüllung des dort im Schlußcapitel gegebenen Versprechens. Beide Schöpfungen stellen die höchste, die persönlichste und gefühlteste Kunst der Poesie in den Dienst des

Gedankens der Epoche: des doppelseitigen Gedankens der Wiedergeburt oder der idealen Umformung, einerseits der Individuen, anderseits der Gemeinschaft.

Man kann Dantes *Comedia*, folgt man streng dem Wortsinn, rein autobiographisch und lediglich als prophetische Vision auffassen. Dadurch rückt sie jenen zahllosen mystischen Visionen der früheren Zeit nahe, die nichts geben wollten als persönliche Ekstase und asketische Paränese, als Vorbereitung auf die letzten Dinge und das jenseitige Leben. Auch Dantes Gedicht handelt ja nur von den drei Reichen des Jenseits. Aber die eschatologische Prophetie, die schon bei Joachim infolge von dessen schwärmerisch chiliastischer Disposition überging in eine Kritik der Gegenwart und Wirklichkeit und in eine Ankündigung irdischer Dinge vor Untergang der Welt, wird bei Dante zur bloßen Allegorie persönlicher und allgemein menschlicher Schicksale in Vergangenheit und Zukunft. Dante selbst hat Sinn und Absicht seines Poems bestimmt in dem Brief an Can Grande della Scala, mit dem er die Widmung des Paradieses begleitete: *Finis totius et partis est, removere viventes in hac vita de statu miseriae et perducere ad statum felicitatis* (*Oxford-Dante*[3] *Ep. 10, 14 S. 117, Z. 268ff.*). Und ganz ebenso spricht sich der Commentar von Dantes Sohn Pietro Alighieri darüber aus: *Causa vero finalis est, ut . . . vitiosos homines a vitiis removeat et remotos ad purgandum se ipsos dirigat* (ed. Nannucci, *Florentiae 1845, S. 8*). Zur inneren Wandlung und zur Erreichung des Seligkeitsstandes will der Dichter der Menschheit den Weg weisen. Der geht aber — das spricht aus jedem Vers des Gedichts — nur durch das Innere des einzelnen Menschen. Auch der Gemeinschaft kann die Erneuerung der Kirche und des Imperiums nur erblühen, wenn die Individuen sich erneuen.

Die Glückseligkeit, zu der Dante den Aufstieg weisen will, ist, soweit sie die menschliche Gemeinschaft in Kirche und Staat betrifft, jener ideale Zustand des Weltfriedens[1] in der Freiheit und Gerechtigkeit, den Dante verherrlicht und ersehnt in seiner Schrift *De monarchia*, im *Convivio* (Tract. 4, 4. 5. 9. 10. 16), in seinen Briefen an die Fürsten und Herren Italiens (*Epist. 5, Oxford-Dante*[3] *S. 405ff.*) und an Kaiser Heinrich VII. (Epist. 7, ebenda S. 409 ff.). Die politisch-kirchliche Erneuerung, die Dante der Publicist, der Gelehrte, der Dichter seinem

---

[1] Vgl. darüber u. a. z. B.: F. X. Kraus, Dante. Berlin 1897, S. 675ff. 721ff.; Hermann Grauert, Dante und die Idee des Weltfriedens. Akademie-Festrede vom 14. Dezember 1907. München. G. Franz, 1909: Franz Kampers, Dantes Kaisertraum. Breslau, G. P. Aderholz, 1908 (Sonderdruck aus dem 86. Jahresber. d. Schlesischen Gesellsch. f. vaterländ. Cultur); auch Vossler, Die göttliche Komödie. Heidelberg 1907, passim.

Vaterlande und der Menschheit in großen unvergeßlichen und erhebenden Bildern einpflanzen will, gestaltet seine Phantasie nicht allein aus biblisch-prophetischer Metaphorik, aus apokalyptischer Eschatologie oder ghibellinisch gewendeter joachimitischer Reformverheißung. Für sie schöpft er aus einem Strom nationaler Überlieferung. Für sie greift er in den nie ganz versunkenen Schatz alter heimischer Traditionen der *una Italia*. Für sie öffnet er sich die Quellen antiker Überlieferung.

Die aus dem Mittelalter ererbte Idee des dualistischen Weltimperiums, die Lehre von den zwei Schwertern, die Gott eingesetzt hat zum Regiment des Erdkreises, von Kaisertum und Papsttum, erfüllt sich Dante mit einem utopistischen Traum nationaler Herrlichkeit. Apokalyptisch geahnte Zukunft, bangende Hoffnung des nahen Endes überstrahlt der glühend leidenschaftliche Glaube an die Wiederkehr goldener Zeiten der Vergangenheit. Die Idee der Wiedergewinnung des irdischen Paradieses mischt sich ihm mit der Vorstellung, daß die Periode der primitiven Unschuld und des ewigen Friedens zurückkehre, von der die antiken römischen Dichter sangen.

Dantes im Innersten religiöse und christliche Natur begreift man nur, wenn man Eins niemals außer Acht läßt: er will die christliche Religion seiner Zeit, ihre Ethik, ihre Kirche, ihren Staat, ihre Kunst, ihre Wissenschaft durch die Kraft seines Wortes hinaufläutern, steigern, verjüngen, erneuern in der Wiedergeburt ihrer echten Menschlichkeit durch einen Ausgleich zwischen Christentum und dem nationalen römischen Altertum. Der Gipfel der Menschheitsgeschichte, das in der Geschichte offenbarte irdische Paradies ist ihm die Zeit, da Augustus ein Jahrhundert der Bürgerkriege beendete durch das Weltkaisertum des Friedens, und zugleich durch die Geburt Christi die neue Weltkirche erstand. Diesen Gedanken hat Dante oft ausgesprochen. Es ist der Angelpunkt seines historischen Denkens und seiner reformatorischen Hoffnungen.

Hierdurch nun wird Dante der Lehrer Petrarcas und Rienzos[1]. Hierdurch wird er der Schöpfer dessen, was man Renaissance nennt. Hierdurch legt er auch die Saat für jene nationalen kirchlichen Reformbestrebungen, die in Wiclif, Huß, Luther und Zwingli am mächtigsten verwirklicht wurden. Hier liegt aber auch der Punkt, wo sich die Begriffe der Wiedergeburt und der Reformation zu differenzieren und zu scheiden anfangen, wo sie einerseits übergreifen auf das weltliche Gebiet des Staats, der Wissenschaft, der Kunst, anderseits sich davon gesondert in eigentümlicher Art der religiösen Triebe bemächtigen.

---

[1] Die quellenmäßigen Nachweise muß ich der späteren Darstellung vorbehalten.

Um zunächst bei Rienzo zu bleiben, er ist durch und durch ein Schüler Dantes. Wie Dante sein Lebenswerk mit dem großen Römischen Jubiläumsjahr (1300) verknüpft, das die nationale Entwicklung Roms zur geistig-künstlerischen Hauptstadt der Welt inauguriert hat, indem er die Vision seiner Göttlichen Komödie in sein fünfunddreißigstes Lebensjahr verlegte, so geht auch Rienzos politisch-publizistische Wirksamkeit aus von dem Römischen Jubeljahr, das für 1350 erbeten ward, und dreht sich lange Zeit darum.

Wie in Dantes national-politischem Gedankenkreis, in seinen naiv idealistischen Zukunftshoffnungen die vierte Ekloge Virgils immer wieder als Unterpfand der Gewißheit ausgespielt wird[1], jenes Wort zumal von der Rückkehr der Jungfrau Astraea und den Saturnischen Zeiten des Glücks, der Einfalt und der Gerechtigkeit (Eclog. 4, 6), so beruft sich auch Rienzos ältestes politisches Manifest (28. Januar 1343), sein bisher unbekannter Bericht an den Senat und das Volk von Rom über den Erfolg der römischen Gesandtschaft an den Papst und über die Wiedereinsetzung des fünfzigjährigen römischen Jubiläums, der die oben S. 594 Anm. erwähnte neue Ausgabe des Rienzo-Briefwechsels eröffnet, auf jene Eklogenverse, und noch 1351 wiederholt sie sein großes Rechtfertigungsschreiben an den mit dem französischen König verwandten Kardinal Guido von Boulogne (Briefw. 70, 262ff. S. 393), um seine politische Revolution, die auch in kirchliche Dinge übergriff, als die notwendige, durch die Geschichte vorbereitete, durch die edelsten Geister und Patrioten Italiens ersehnte Wiedergeburt der Gerechtigkeit hinzustellen.

In die mittelalterliche apokalyptisch-chiliastische Tradition von der Wiedergeburt oder Reformation der politisch-religiösen Gemeinschaft, wie sie die guelfisch gesinnten Joachimiten für die Ghibellinen Dante, Petrarca, Rienzo präpariert hatten, tritt jetzt ein antiker Zufluß. Es bedarf daher auch die Entwicklung und das Nachleben des antiken Gebrauchs der fraglichen Wortstämme näherer Betrachtung.

---

[1] Vgl. besonders das treffliche Buch von Ferdinand Piper, Mythologie der christlichen Kunst. 1. Abteilung. Weimar 1847, S. 256ff. und desselben grundlegende Abhandlung: 'Virgilius als Theolog und Prophet des Heidentums in der Kirche', Evangelischer Kalender, herausgegeben von F. Piper, 13. Jahrgang, Berlin 1862, S. 56ff.; Zapperi, Virgils Fortleben im Mittelalter. Denkschriften der Wiener Akademie der Wissenschaften. Phil.-hist. Cl. Band 2, Wien 1851, S. 17ff.; Theodor Creizenach, Die Aeneis, die vierte Ecloge und die Pharsalia im Mittelalter. Osterprogramm des Gymnasiums in Frankfurt a. M. 1864, S. 9ff.; Kampers, Die Sibylle von Tibur und Virgil, Historisches Jahrbuch 19 (1908), S. 1ff., besonders S. 249ff., und Dantes Kaisertraum S. 31; außerdem Briefwechsel des Rienzo Nr. 1, Z. 8 Anm. S. 1f. und Nr. 70, 265 Anm. S. 393.

7.

Oben (S. 611) hatte ich mit Bezug auf die Vulgataübersetzung von Röm. 12, 2 gesagt, auch der antike Sprachgebrauch habe in den Worten *reformare, reformatio* eine prägnante Bedeutung im Sinne von 'umwandeln' oder auch 'in die richtige Form bringen', 'erneuernd umgestalten' entfaltet. Ovid nennt den, um wieder kriegstüchtig zu werden, auf seine Bitte verjüngten Jolaus *ora reformatus primos in annos* (Met. 9, 399), Apuleius sagt von der in eine Eule sich verwandelnden Hexe Pamphila: *magicis suis artibus reformatur* (Met. 3, 22, ed. van der Vliet S. 62, 16). Doch heißt auch die bloß versehentliche Verwandlung des Lucius in einen Esel *reformatio* (ebenda 3, 24. 25 S. 64, 11. 22). Sarapis enthüllt sich dem Begnadigten in eigener Gestalt, nicht in fremder: *non alienam quampiam personam reformatus* (ebenda 11, 30 S. 276, 28). Für die religiöse Wiedergeburt hat Apuleius ganz im Einklang mit der späteren christlichen Mystik den Ausdruck *renatus*: die Gottheit vermag *quodam modo renatos ad nouae reponere rursus salutis curricula* (ebenda 11, 21 S. 268, 19f.). Das steht ganz in der religiösen Sphäre der *vita nova* des Christentums.

Die prägnante religiöse Bedeutung des Worts hat dann des Lactanz christliches Gedicht vom Phoenix befördert. Die Sage von dessen freiwilligem Tod und Wiedererstehen ist wohl überhaupt die eigentliche Quelle des Bildes der Wiedergeburt. Er allein schien ja diesen Vorgang auch in natürlicher Realität auf Erden darzustellen. Lactanz braucht von dem Wiedererstehen und der Wandlung des verbrannten Vogels die Worte: *reformatur qualis fuit ante figura* (De ave Phoenice V. 105), d. h. aus der Larve des eingesponnenen Wurms, der aus dem in der Asche zurückbleibenden Ei hervorging, ersteht in neuer Jugend der Phoenix wieder. Der Phoenix ist bereits bei Lactanz Symbol der Auferstehung Christi und der Auferstehung aller einzelnen Christenseelen. Und das bleibt er im Laufe des Mittelalters. Der Phoenix gilt der antiken Vorstellung indessen auch als singuläres Beispiel einer Zeugung von innen aus sich selbst, ohne äußere, sexuelle Einwirkung (Ovid Metam. 15, 391 ff.; Pomp. Mela 3, 8 [83] *Phoenix semper unica putrescentium membrorum tabe concrescens ipsa se concipit atque ex se rursus renascitur*, Claudian Carm. min. 27, 23 ff. ed. Koch S. 234). Aber der Phoenix ist von alter, ja ältester Zeit auch Symbol für Entwicklungsprocesse collectiver Wesen: der Dynastie, des Staates, der Gesellschaft, der nationalen Cultur. Denn nach früher, in Ägypten wurzelnder Tradition, die auf astronomische Anschauungen und Legenden zurückgeht, ist sein Erscheinen, sein Untergang und Wiedererstehen Zeichen des Ablaufs einer großen Zeitperiode und des Anfangs einer neuen Ära,

einer Ära der Erneuung. Gerade für diese Wandlungen erscheint nun schon im antiken Sprachgebrauch nebeneinander und im Austausch *reformare, reformatio* und *renasci, renovari, regeneratio, reparatio, renovatio,* wie es die Phoenixdarstellungen des Lactanz und Claudian bereits zeigen (vgl. auch unten S. 637. 642).

Valerius Maximus spricht[1] von der Zeit, da Themistokles nach der Vertreibung des Xerxes 'die Ruinen seiner Vaterstadt in den früheren Zustand reformierte'. An diese Wendung erinnert unmittelbar Rienzos Lieblingstirade von der Reformation des *status* der römischen Republik, und er hat sie sicherlich auch bei Valerius gelesen. Aber der Zusammenhang lehrt, daß dieses 'Reformieren' des Themistokles mehr bedeuten soll als ein Wiederherstellen, als ein Zurückführen. Es handelt sich um die Vorbereitung von Mitteln für den hellenischen Principat, um eine Steigerung der Macht Athens, also um ein Fortschreiten weit über den früheren zerstörten Zustand hinaus. Auf den Bezirk der wissenschaftlich-litterarischen Cultur engt der jüngere Plinius den Begriff ein: den hochgestellten Cneius Octavius Titinius Capito, den Verfasser von Lobgedichten auf ausgezeichnete Männer und eines biographischen Geschichtsbuches über das Ende berühmter Personen, rühmt er als Zierde seiner Zeit, als Verehrer der Studien, als Freund und Förderer der Gelehrten und Schriftsteller, und faßt dies Lob zusammen in dem Urteil: *ipsarum denique litterarum iam senescentium reductor ac reformator* (*Epistul. 8, 12, 1*). Da haben wir genau den Begriff auch schon der litterarischen Renaissance, wie er später im 15. und 16. Jahrhundert fixiert wird. Die wissenschaftlich-litterarische Cultur erscheint Plinius alternd, und in dem bewunderten Mäcen erblickt er den Mann, der mithilft, sie zu verjüngen. Das Wort *reformator* steht hier einem *regenerator* ganz nahe und bezeichnet denjenigen, der die Umwandlung in den idealen Zustand der Jugend wieder herbeiführt.

8.

Entscheidend für die Gestaltung der Begriffe der Wiedergeburt und Reformation in dem Zeitalter, das nach ihnen den Namen führt oder führen sollte, im 14.—16. Jahrhundert, ist die romantische Re-

[1] Valerius Maximus Memorabil. 6, 5 Ext. § 2 rec. Kempf 301, 5—12: *Cum saluberrimo consilio Themistocles migrare Athenienses in classem coegisset Xerxeque rege et copiis eius Graecia pulsis ruinas patriae in pristinum habitum reformaret et opes clandestinis molitionibus ad principatum Graeciae capessendum nutriret, in contione dixit habere se rem deliberatione sua prouisam, quam si fortuna ad effectum perduci passa esset, nihil maius aut potentius Atheniensi populo futurum.*

stauration altrömischer Zustände auf der neuen Grundlage des Weltprincipats, die in der für Augustus bestimmten und von seinen politischen Stimmungen inspirierten Poesie und poetisierenden Geschichtschreibung den Ausdruck künstlerischer Schönheit gewann. Auf ihrem Grunde wogt ein Strom religiöser Sehnsucht nach idealer Lebenserneuerung. Die Hoffnungen und die tiefsinnige Symbolik orphischer Mysterien, die Zukunftsbilder sibyllinischer Vatizinien mischen sich mit den ethischen und kosmologischen Ideen der Stoa und Platons. Der Gedanke der Wiederkehr, der Palingenesie der Welt nach voraufgehender Zerstörung, der Wiedergeburt der Menschen und der Staaten lebt in der Augusteischen Litteratur und in ihren späteren Nachbildungen. Daraus schöpfte die Zeit Dantes, Petrarcas und Rienzos ein neues, nationales Element des Vergangenheitscultus und des Zukunftsglaubens, das über die christlich-dogmatische Schranke der überkommenen Begriffe von der Wiedergeburt und idealen Umformung hinausführt. Auch dieses antike Element, das nun aufs neue in die alten Begriffe und Worte einfloß, hatte religiösen Charakter. Aber er war freier, menschlicher oder erschien mindestens dem 14. Jahrhundert so, weil er außerhalb des festen Systems der traditionellen Dogmatik stand.

Es sind drei antike Vorstellungsgruppen, die aus der Augusteischen und späteren römischen Litteratur den geistigen Führern der Renaissance wirkungsvoll entgegentraten und ihnen die leitenden Begriffe formten. Der Glaube an die Rückkehr der Toten zu neuem Leben, der poetisch-geschichtsphilosophische Cultus des ägyptischen Wundervogels Phoenix und die Hoffnung auf die Wiederkunft des goldenen Alters.

Nach einem Jahrhundert der Bürgerkriege wollte der Nachfolger Cäsars, der neue Princeps Augustus, ein Friedensfürst werden. Eine gewisse phantastische Stimmung lebt in seiner Politik. Ein Zug auf das Idyllische: die alte Grundlage römischer Macht, der Landbau lateinischer Bauern, soll wieder gepflegt werden[1]. Und ein religiöser Patriotismus gibt ihm allerlei fragwürdige, mehr oder minder gewaltsam künstliche Wiederbelebungsversuche ein, läßt ihn alte Riten und Culte, z. B. die der Fratres arvales, aus der Vergessenheit hervorziehen. Aber aus dieser rückwärts gewandten religiös-socialen Romantik quillt der praktische Wille, die Zukunft zu sichern, und ein tiefer politischer Glaube an die Göttlichkeit des dem römischen Namen zugefallenen Weltregiments.

---

[1] Ich kann hier nicht ausführen, wie gerade das in der ganzen Renaissance fruchtbar wird. Bei Dante, Petrarca, Rienzo und in der Ethik ihrer Nachfolger und Fortbildner spielt der Cultus des Cincinnatus, die Andacht vor den primitiven Pflugsitten, eine große Rolle.

Diese Stimmung, diesen Glauben, diese Zukunftshoffnung hat die aufsteigende Renaissance des 14. Jahrhunderts am stärksten, und wohl selbst mehr noch als aus Livius, aus einer nicht gar großen Reihe von Versen der drei Augusteischen Poeten Vergil, Horaz, Ovid eingesaugt. Es sind Virgils vierte Ekloge, die schönen Verse vom Clitumnus in den Georgica (2, 136—176), die vor Jahren Hr. von Wilamowitz stimmungsvoll übersetzt und mit sicherem historischen Blick gedeutet hat (Reden und Vorträge. Berlin 1901, S. 268), die Prophezeiung der römischen Welt- und Friedensherrschaft im sechsten Buch der Aeneis (6, 848—853), die Hadesfahrt des Aeneas mit ihrem Gehalt an orphisch-platonischen Vorstellungen im gleichen Buch, die ersten sechs Gedichte des dritten Buchs der Lieder des Horaz und dessen Säculargedicht, die 1889 Mommsen in der Festrede zur erstmaligen akademischen Feier des Geburtstages Wilhelms II. meisterlich auf den Hintergrund der Geschichte stellte (Reden und Aufsätze. Berlin 1905, S. 169ff.), und endlich Ovids geschichtsphilosophischer Ausblick am Schluß seiner Metamorphosen. Hier fand die werdende neue Zeit im Absterben des Mittelalters Stärkung ihrer Zuversicht auf die Wiedergeburt, die ideale Erneuerung und Steigerung ihres Lebens.

Die vierte Ekloge, von deren Wirkung auf Dante und Rienzo ich schon oben (S. 626) andeutend sprach, hatte das Mittelalter längst mystisch auf Christi Geburt bezogen, wie ihm überhaupt der schon dem Altertum als Weltweiser und Prophet geltende Vergil gleich der Sibylle zum Vorausverkünder christlicher Heilswahrheit geworden war. Aber Dante vermenschlicht diese theologische Allegorisierung, die schon Hieronymus getadelt hatte. Er macht die entscheidenden Verse von der Wiederkehr der Jungfrau Astraea zu einem Symbol politischer und in der Komödie auch zu einem Symbol künstlerischer Wiedergeburt.

Auf dem fünften Sims des Läuterungsbergs holt die aufwärts schreitenden Genossen Dante und Virgil ein Schatten ein. Es ist Statius, der Dichter der Thebais und Achilleis. Er gibt sich zu erkennen und erklärt das gewaltige, von *Gloria in excelsis* umbrauste Erbeben des Berges als Zeichen seiner im Fegefeuer vollendeten Läuterung. Er ist entsühnt und darf Dante im Aufsteigen begleiten. Nun bekennt er sich als Schüler Virgils. Der Dichter der Eklogen und der Aeneis habe ihn geladen zuerst zum Trunk aus dem Quell des Parnaß und habe ihm auch zuerst zum christlichen Glauben hingeleuchtet, wie einer, der im Gehen die Leuchte hinter sich hält, so daß er den eigenen Weg nicht sieht, aber den nach ihm Kommenden die Bahn hell macht. Als die entscheidenden Verse, die in ihm den inneren Umschwung, die Bekehrung zum Christentum hervorriefen, citiert Statius:

magnus ab integro saeclorum nascitur ordo
iam redit et virgo, redeunt Saturnia regna:
iam nova progenies caelo demittitur alto.

In Dantes Übersetzung (Purg. 22, 70—72):

... Secol si rinnuova;
Torna giustizia e primo tempo umano
E progenie discende dal ciel nuova.

Es ist wichtig, daß Virgils Eingangsvers *Ultima Cumaei venit iam carminis aetas* fehlt: dies eschatologische Element der sibyllinischen Weissagung schiebt er zurück, weil er hier ein Symbol braucht für irdische Läuterung der Menschheit. Und es ist nicht minder wichtig, wie Dante in seiner Übersetzung noch stärker als im Original den Begriff der Erneuerung der Zeit herausarbeitet.

Per te poeta fui, per te cristiano — ruft Statius dankbar seinem Meister zu. Die Welt war schon erfüllt mit dem Samen des neuen Glaubens. Da trat dies Wort des Virgil in wunderbarem Einklang mit den christlichen Predigern Statius ans Herz und wandte ihn dem rechten Glauben zu. Statius bedeutet also eine Stufe der Entwicklung über Virgil hinaus. Einen weiteren Schritt der inneren Annäherung der antiken Cultur an die neue Cultur des Christentums.

Auf dem Gipfel des Läuterungsberges muß Virgil sein Führeramt niederlegen. Die Aufsteigenden haben ihr Ziel erreicht und treten in den herrlichen Pinienhain: das irdische Paradies, die Wiege der Menschheit. Jenseits eines den Wald durchströmenden Flusses geht einsam auf der Waldwiese eine schöne Frau, singend, blumenpflückend: Matelda. Sie kündet den wunderbaren Ursprung des Wassers des Paradieses: aus einer Quelle fließt der Lethestrom und der Fluß Eunoë. Am Lethe führt Matelda die Dichter stromaufwärts. Es erscheint die Prozession der Beatrice, zuletzt sie selbst aus einer Wolke von Blumen. Jetzt überfällt Dante der alten Liebe Macht: wie seit langen Jahren nicht, durchbeben seine Seele die Schauer göttlicher Flamme. Virgil entschwindet, weil er seine Aufgabe erfüllt hat und nun den Weg nicht weiter zeigen kann. Und der von ihm Verlassene weint ihm nach. Beatrice aber gibt sich zu erkennen und hält ihm, der in Tränen zerknirscht ist, sein vergangenes Leben vor. Sie gedenkt, wie einst ihr Anblick durch die göttliche Gnade ihm zuteil ward und ihm, dessen Anlage und Können nach dem über allen Menschen waltenden Gesetz durch das Kreisen der Sterne geleitet und bestimmt sei, ein neues Leben, eine erhöhte Kraft beschert, wie er in ihren Augen Licht gefunden habe, wie er dann aber, nachdem sie aus dem Leben geschieden, abgefallen und auf falschen Wegen wandelnd, trügerischen Bildern gefolgt sei, sein Begehren an sterb-

liche Dinge gehängt habe. Sie verlangt nun, bevor er den Lethefluß überschreite, den Zoll der Reuetränen, das Eingeständnis seiner Schuld. Erschüttert antwortet Dante ein leises unhörbares Ja. Danach, nach diesem Sündenbekenntnis, taucht Matelda den in den Staub Geworfenen bis ans Kinn in das Wasser des Lethestroms und zieht ihn nach sich durch den Fluß, umschlingt sein Haupt und taucht es ein, so daß er das Wasser trinkt. Den so Gebadeten und durch den Trunk aus dem Flusse Gelabten empfangen die vier Cardinaltugenden, die älter sind als das Christentum, die schon als Sterne am Himmel glänzten, ehe noch Beatrice auf Erden ging. Und die tiefer sehenden drei christlichen Tugenden Glaube, Liebe, Hoffnung schärfen seine Augen für den Anblick, der seiner harrt: das Bild der im Greifen gestalteten Gottheit. Tanzend singen die drei nach der Engelsmelodie: 'Wende Beatrice, wende deine heiligen Augen auf deinen Getreuen, der so viele Schritte dich zu sehen wanderte, enthülle ihm aus Gnade deine zweite Schönheit, die er noch nicht sah, deine himmlische.' Da entschleiert Beatrice ihr Antlitz. Der Beglückte erlebt in einer symbolischen Vision den Sündenfall, die Einsetzung des Kaisertums durch Gott, das die gefallene Menschheit zur irdischen Glückseligkeit, zum verlorenen Paradies zurückzuführen bestimmt ist, die Verbindung zwischen Reich und Kirche, zwischen Papsttum und Kaisertum. Dann aber schaut er mit Entsetzen in einem grauenhaften apokalyptischen Bild Entwicklung, Verfall und Exil der Kirche: der blühende Baum des Reichs und der Wagen der Kirche vom Blitz getroffen, der Sitz des Wagens vom Adler (Constantin) in verhängnisvoller Freigebigkeit mit eigenen Federn beschenkt, von den Ungetümen kirchlicher Sünden entwürdigt, schließlich auf dem Wagen die Hure der Apokalypse, das entartete Papsttum, von ihrem Buhlen, dem Riesen (Frankreich), gepeitscht und in einen fernen Wald verschleppt (nach Avignon).

Den Dichter in seiner Verstörung tröstet Beatrice. Sie weissagt eine bessere Zukunft. Gott wird den Retter senden, den Messiaskaiser. Dante bekennt, die geschauten Bilder nicht deuten zu können, und auch Beatrices Worte übersteigen seine Sehkraft. Die Schatten verbleichen; es ist Mittag. Da führt auf Befehl Beatricens Matelda den Dichter zum zweiten Paradiesesfluß Eunoë, und aus diesem trinkt er unersättlich: 'Ich kehrte zurück von der heiligsten Welle neugeschaffen, so wie neue Pflanzen, die erneuert sind mit neuem Laube, geläutert und bereit für den Flug zu den Sternen' (Purg. 33, 143—145):

Rifatto sì come piante novelle
Rinnovellate di novella fronda,
Puro e disposto a salire alle stelle.

Damit klingt das Purgatorio im irdischen Paradies aus: den Weg bereitend für den höchsten Flug, empor zu den Sternen des himmlischen Paradieses.

Dante hat hier die christliche Metaphorik des Bußsacraments in poetischer Plastik gestaltet und durchdrungen mit antiken Zügen. Die früher (oben S. 612) besprochene bildliche Bezeichnung dieses Sacraments als *sacramentum regenerationis*, als eine zweite Taufe, wird hier durch symbolische Handlung lebendig. Aus dem kirchlichen Sacrament bewahrt er die Form des Sündenbekenntnisses und der Entsündigung durch das Bad; die Lethequelle gibt dem Reuigen Vergessen seiner Sünden. Aber dann folgt etwas Freieres, Menschlicheres. Durch den Trunk aus der Quelle der Erinnerung an das Gute (Eunoë) erhält er die Fähigkeit der eigenen Betätigung[1].

Die Symbolik des Taufbades in der Wanne Constantins, wie sie Rienzo politisch ausdeutete (s. oben S. 601. 604. 607), begreift man nun erst in ihrer vollen Wirksamkeit. Auch auf die gerade damals mächtig in Schwung kommende weltlich-höfische Ausnutzung der alten christlichen Eintauch-Ceremonie in dem Ritterbad der neuerstehenden ritterlichen Gesellschaften muß hingewiesen werden[2]. In den Bilderhandschriften König Wenzels von Böhmen, des unglücklichen Sohnes Karls IV., klingt diese Symbolik liebenswürdig künstlerisch nach[3].

Aber in Dantes Purgatorio leben antike Phantasieschöpfungen auf. Wohl kennt die christliche und jüdische Paradiesessage[4], die gerade auch hier, z. B. in dem Baum des Kaisertums, Motive dem Dichter geliehen hat, vier Paradiesesströme, und wohl bringt sie auch die

---

[1] Vgl. im allgemeinen über die zahllosen Probleme, die hier dem Verständnis sich in den Weg stellen, Kraus, Dante S. 480ff. Auf das Einzelne näher einzugehen kann ich mir um so eher versagen, als auch Kampers, wie er mir nach Empfang des gedruckten Berichts über meinen Vortrag vom 28. April d. J. brieflich mitteilte, von ganz anderem Zusammenhange ausgehend, die Matelda-Episode in ähnlichem Sinne zu behandeln beabsichtigt.

[2] Vgl. *De ludo Schachorum sive de moribus hominum* von dem *frater Jacobus de Z . . .*, nach dem Cod. Estensis von 1380 bei Muratori Antiquitat. Diss. 53, Quartausgabe XI, S. 165 *E*: (Beschreibung des Ritterbads) *Hi dum accinguntur, balneantur, ut novam vitam ducant et mores. In orationibus pernoctant a Deo postulantes, per gratiam eius donari, quod eis deficit a natura.*

[3] Francesco Redi, Bacco in Toscana colla annotazioni accresciute. Firenze 1691, S. 144ff., Muratori, Antiquitates Dissert. 53, XI, 163ff.; Julius von Schlosser, Die Bilderhandschriften König Wenzels, Jahrbuch der kunsthistorischen Sammlungen des Allerhöchsten Kaiserhauses. Bd. 14 (1892). S. 299ff.

[4] Außer den grundlegenden Forschungen von Ferd. Piper und Wilhelm Meyer nenne ich hier nur die wissensreiche Monographie von Arturo Graf, Il mito del paradiso terrestre: Miti. Leggende e Superstizioni del Medio Evo. Torino 1892, Vol. 1, S. 1ff. sowie die reichhaltige und fördernde Arbeit von Franz Kampers, Mittelalterliche Sagen vom Paradiese und vom Holze des Kreuzes Christi. Köln 1897.

Bilder vom Baume des Lebens, vom Lebenswasser in Verbindung damit. Aber die Quellen der Matelda verraten durch Namensform und Wirkungsweise ihre Herkunft aus anderer Sphäre. Die Lethe war aus den bekanntesten römischen Dichtern geläufig, ihre Bedeutung in der Unterwelt für die Rückkehr der geläuterten Seelen ins Leben konnte Dante aus dem sechsten Buch der Aeneis schöpfen, das für die Conception der 'Komödie' so viel hergegeben hat. Aber das Nebeneinander und die Antithese von Lethe und Eunoë läßt sich aus Vergil nicht ableiten.

Wir kommen notwendig auf orphische[1] Lehren von den beiden Quellen im Hades: des Vergessens (Lethe) zur Linken und der Erinnerung (Mnemosyne) zur Rechten, die der Myste trinken muß, um, sei es aus dem Leben geschieden, in eine neue irdische Existenz einzutreten oder auch die Gefilde der Seligen zu erreichen, sei es im Leben selbst durch sacramentale Akte sich Entsündigung, Kräftigung, erhöhtes Dasein zu erringen.

Von dem Bericht des Pausanias über das Orakel in der Höhle des Trophonios zu Lebadeia (IX, 39, 8), wo beide Namen vorkommen, kann Dante nichts gewußt haben. Bei Plinius (N. Hist. 31, 15) allerdings fand er die Geschichte in äußerster Kürze wieder, aber die Namen nur angedeutet: *In Boeotia ad Trophonium deum iuxta flumen Ercynnum e duobus fontibus alter memoriam alter oblivionem adfert, inde nominibus inventis.* Auch bei Isidor (Origines XIII 13, 4, Migne 82, S. 482) mochte er auf eine Notiz darüber stoßen. Eine andere, höchst merkwürdige Spur scheint unmittelbar auf die alte orphische Tradition zurückzuführen, bleibt aber unsicher. Auf einem der aus süditalischen Gräbern stammenden Goldtäfelchen, die der Seele des Verstorbenen poetische Verhaltungsmaßregeln für den Weg zum Hades und den Aufstieg in das andere Leben, in die ersehnte Sphäre, Elysium, erteilen, hat man eine fragmentarische Stelle (die sichtbaren Buchstaben ε..οιας) ergänzt zu Εὐνοίας und so hier die Κρήνη Εὐνοίας zur Rechten erhalten, die sonst Κρήνη Μνημοσύνης heißt[2]. Man erinnere sich der Anrufung, die auf einem Goldtäfelchen in der Nekropolis der Via Ostiensis bei S. Paolo gefunden ward (Diels, Ein orphischer Reisepaß, Philotesia, Festgabe für Kleinert, Berlin 1907, S. 46):

---

[1] Vgl. Erwin Rohde, Psyche. Freiburg-Leipzig 1894, S. 678 Anm., 290 Anm. 2; Albr. Dieterich, Nekyia. Leipzig 1893, S. 90 ff.

[2] Kaibel, Inscriptiones Graecae Vol. XIV, Inscript. Italiae et Siciliae. Berlin 1890, Nr. 642; vgl. J. A. Stewart, The Source of Dantes Eunoë. The classical Review Vol. 17. London 1903, S. 117 (und Jane E. Harrison ebenda S. 58); Parodi, Bullettino della Società Dantesca Italiana Nuova Serie. Vol. 11 (1904), S. 238 f.; Francesco d'Ovidio, Il Purgatorio. Milano 1906, S. 429 f.; H. Diels, Die Fragmente der Vorsokratiker[2]. Berlin 1907, Bd. 2, S. 481 (Nr. 66 B 20).

Rein aus der Reinen Gemeinde, so mahnt die Seele der Toten
Euch, o Götter der Schatten, Persephone, Eukles, Eubuleus!
Schaut, der Mnemosyne Gabe besitz ich, die Menschenbesungne!
Komm, Cäcilie, du bist durch Gesetz nun Göttin geworden.

Da wird die chthonische göttliche Dreieinigkeit Persephone, Eukles und Eubuleus um die Zulassung zum Elysium gebeten. Der Name ЄΫΝΟΙΑ stünde mit diesen Namenbildungen ganz wohl im Einklang.

Im höchsten Maße beachtenswert ist auch, daß Dante seine Matelda einführt als ein Ebenbild der Proserpina (Purg. 28, 50). Denn Persephone ist in dieser orphischen Cultpoesie durchaus die Gebieterin, die den Aufschwung zu der ersehnten Sphäre vermittelt: 'Gott bist du aus einem Menschen geworden ... Heil, Heil Dir, wenn du zur Rechten wandelst nach den heiligen Auen und Hainen der Persephoneia' (Diels S. 44 f.).

Es bleibt bisher dunkel, auf welche Weise Dante diese orphischen Motive sich angeeignet haben könnte. Wenn er auch des Griechischen nicht ganz unkundig gewesen ist, so kann doch keine griechische Quelle ihm diese Eindrücke zugeführt haben. Eher ließe sich an altrömische Grabinschriften und Grabbilder denken[1]. Wahrscheinlicher wäre, daß eine mittelalterliche oder patristische Schrift ihm eine anschauliche Kunde von diesen Dingen brachte.

Wie dem auch sei, mit vollstem Bewußtsein vereinigt Dante hier christliche und antike Mysterienbilder, um die unaussprechliche Umwandlung und Erneuerung des Menschen faßbar zu machen. Matelda selbst läßt er (Purg. 28, 139) es aussprechen, daß die antiken Poeten wohl schon auf dem Parnaß, als sie das goldene Weltalter besangen, von diesem Elysium geträumt hätten, für das ein Bad und ein Trunk der Lethe und der Eunoë reif machen. Und mit tiefem Sinn stellt Dante als Hüter an die unterste Stufe seines Purgatorio-Berges Cato, den Typus antiker stoischer Sittlichkeit.

In jenen ergreifenden Schlußscenen seines Purgatorio häuft Dante förmlich die symbolischen Bilder für den tiefen Grundgedanken seiner Komödie, die Erneuerung, Wiedergeburt, ideale Umformung und Erhöhung des Menschen und der Welt in Kirche und Staat. Neben dem Buß- und Taufsacrament christlichen, dem orphischen Lethe- und Eunoë-Sacrament heidnischen Ursprungs, ergreift er uralte Motive imperialistisch-chiliastischer Prophetik, die ihm, mögen sie auch aus weit zu-

[1] Ich verweise z. B. auf die Darlegung von Ernst Maass (Orpheus. München 1895, S. 207 ff.) über Inschrift und Bild des Vincentiusgrabes in Rom. — Auch die Alkestis als typische Figur auf Grabdenkmälern (ebd. 219 f. 243. 238 ff.), die Psyche als Bringerin des Styxwassers (Apuleius Metam. 6, 13. 14) sind in diesem Zusammenhang bemerkenswert.

rückliegender orientalisch-griechisch-römischer Vergangenheit stammen, natürlich nur mittelalterliche Überlieferung zugeführt hatte. Diesen poetischen Synkretismus vermag er durch die Größe und Kraft seines Gefühls und seiner Anschauung zu einer lebensvollen Einheit zu gestalten, der religiöse Grundzug all dieser Erfindungen bleibt gewahrt. Aber Dante säcularisiert sie. Sein Purgatorium ist ein Spiegelbild menschlich diesseitigen Aufsteigens einer in irdischem Streben sich vollziehenden Läuterung. Die dogmatischen Schatten und Abstraktionen sind aufgelöst in Licht und Körper. Ganz so wie es die ältesten Commentare der Komödie verstanden haben. Das altchristliche, von joachimitischer Prophetie grenzenlos gesteigerte Theologumenon der Wiedergeburt wird hier ein poetisch-sinnliches Gleichnis eines sittlichen Strebens, das, in der menschlichen Seele wurzelnd, ins Göttliche hineindringt.

Wichtigste Elemente aus der Stimmung der jungen Renaissance haben wir beisammen in Ovids Metamorphosen.

Er läßt am Schluß den weisen König des alten Latium, Numa, bevor er die Zügel der Regierung ergreift, hinausziehen nach Croton und dort die Lehre des tiefsinnigsten Denkers Pythagoras in sich aufnehmen. Es ist ein halb elegischer, halb skeptischer Rückblick auf die gesamte Weltgeschichte, eine Meditation über die Gesetze alles irdischen Wesens.

Die Rückkehr empfiehlt er zu dem auf Acker- und Fruchtbau sich gründenden Leben, zu der vegetarischen Kost des goldenen Zeitalters, da man sich aller blutigen Nahrung enthielt und den Tieren überließ, sich mit Fleisch zu sättigen, da es weder Vogelschlingen noch Fischangeln gab, da man lauernden Trug nicht kannte, da die Welt voll Frieden war. Er spricht, weil ein Gott seinen Mund öffnet, und kündet Großes, von Früheren Unerspähtes und lange Verborgenes. Das ist dasselbe stolze Selbstgefühl des auf den Weltlauf und seine Geschichte herabblickenden Weisen und Sehers, wie es bei Dante und Petrarca, religiös-christlich gebunden schon bei Joachim von Fiore erscheint. Der Grundzug der jungen Renaissance ist die Erkenntnis des ewigen Wandels aller Dinge, der menschlichen Vergänglichkeit und als Trost daneben die Gewißheit, daß menschliche Größe doch fortlebt im Ruhm, fortlebt auch in Umbildungen. Das Zeitalter, in dem der geschichtliche Sinn sich freier entfaltet, mußte tief getroffen werden von den weitfaltigen, volltönenden, bilderreichen Worten, die Ovid in innerer Ergriffenheit findet, um die Unbeständigkeit und den Wechsel der Welt darzustellen. 'Alles ändert sich, aber nichts geht zu-

grunde' (Met. XV, 165). Die Zeiten gleiten unablässig dahin wie ein Strom und sind doch immer neu (184: *et nova sunt semper*). Die vier Lebensalter des Menschen, die vier Jahreszeiten, die vier Elemente: nichts verbleibt in derselben Erscheinung: die Natur, die Erneuerin der Dinge (*rerum novatrix natura*), schafft (*reparat*) immer wieder andere Gestalten. Aber nichts in der weiten Welt geht verloren: es wandelt sich nur und erneuert seine Form (255: *variat faciemque novat*). Geboren werden heißt nur anfangen anders zu sein als vorher und sterben aufhören dasselbe zu sein. Wir selbst unterliegen rastloser Veränderung: *nec quod fuimusve sumusve, cras erimus* (215f.).

Die Zeiten wandeln sich, ja selbst die Gegenden. Dem goldenen Zeitalter folgte das eiserne. Aus Wogen stiegen Länder hervor. Ebenen machte der herabstürzende Strom der Gewässer zu Tälern, Sumpf ward trockene Sandfläche und dürstender Boden zu feuchtem Sumpf, festes Land zu Inseln und Inseln wuchsen zusammen mit dem Festland. 'Neue Quellen rief hier die Natur hervor, andere wieder verschloß sie dort' (270). Flüsse strömen plötzlich durch Erdbeben aus der Tiefe hervor und versiegen dann wieder. Der Lycus in Phrygien und der Erasinus in Argolis verschwinden eine Strecke unter der Erde und kommen dann wieder hervor. Und dafür braucht er nun das Bild der Wiedergeburt: *alioque renascitur ore* (274).

Die Consequenz, die Ovid den Sprecher dieser Betrachtungen aus alledem ziehen läßt: die Lehre von der Seelenwanderung, trat für den christlichen Leser zunächst in den Hintergrund und blieb vorläufig unbeachtet. Um so stärker wirkte in diesem Zeitalter der Erwartung und des Rückblickens die Lehre von der ewigen Erneuerung der Dinge, das Bild von den versiegenden und wiedergeborenen Flüssen.

Am meisten aber wirkte, was auch für Ovid der eigentliche Zielpunkt war: das Contrastbild zu den tausend Belegen für den Übergang in neue Formen, der Phoenix, der einzige, immer lebendige und immer nur als einzelner vorhandene, und die Deutung seiner in fünfhundertjährigen Perioden sich vollziehenden Zerstörung und Wiedergeburt auf die ewige Dauer Roms und seine Verjüngung in gesetzmäßigen Zeitabschnitten (391 ff.). Allein der Phoenix ist ein Beispiel eigener Kraft, die sich nur aus sich selbst erneut, das Beispiel wirklicher Wiedergeburt:

Una est, quae reparet seque ipsa reseminet, ales
Inde ferunt ....
Corpore de patrio parvum phoenica renasci.

Troja, Sparta, Mykenä, Theben — sie fielen. Aber die dardanische Roma am Tiber wechselt die Gestalt durch Wachstum und wird dereinst das Haupt des Erdkreises sein: so haben Seher und Orakel

es vorausverkündet (434—436). Sie, die Stadt der phrygischen Enkel, wird so groß sein, wie keine ist, noch sein wird, noch in früheren Jahren geschaut ward. Durch lange Jahrhunderte werden ihr große Männer Macht erobern: zur Herrin der Welt (*dominam rerum*) soll sie der Sohn des Julius Cäsar machen.

Julius Cäsar, der Sieger und Friedenstifter, das ist der neue Asklepios, der neue Heilbringer Roms. Ihm aber folgt sein überstrahlender Sohn, der als Augustus, wie Jupiter im Aether über das dreifache Reich der Welt gebietet, so die Erde beherrscht.

So vergöttert Ovid die Retter des wankenden römischen Staats aus der Brandung der Bürgerkriege, die Gründer des römischen Imperiums und des Weltfriedens. So schenkt er ihnen, gleich diesem Imperium, selbst die Unvergänglichkeit.

Das ganze Mittelalter hat diesen stolzen und bei aller höfischen Schmeichelei auch uns bewegenden Worten ehrfürchtig gelauscht. Die Zeit aber, da aus der Gärung vermodernder Gewalten, aus Zusammenbruch und wilder Verwirrung in allen Landen, jedoch zumeist in dem zerfleischten Italien, Sehnsucht und Angst, Verzweiflung und Hoffen aufschrie nach neuem Licht, nach neuem Leben, nach neuer Liebe, nach neuen menschlichen Daseinsformen und neuer menschlicher Kunst, und alles dies allein erwartet von Frieden, Einheit und Gerechtigkeit des politischen, kirchlichen, socialen Lebens, mußte hier den Ausdruck von eigenen Gedanken und Empfindungen erkennen.

An die antiken Vorstellungen von der regelmäßigen Wiederkehr fünfhundertjähriger Phoenix-Perioden und der damit verbundenen dynastisch-politisch-socialen Blütezustände, die als Erneuerungen oder Abbilder des in die Urzeit verlegten märchenhaften goldenen Zeitalters galten, knüpft auch Dantes dunkle, vielumstrittene Allegorie vom *Veltro*, dem Erretter vor der Wölfin (Inf. 1, 101, Purg. 20, 10—15) und vom Boten Gottes (*Messo di Dio*), dem Besieger der mit dem Riesen buhlenden Dirne (Purg. 33, 43 ff.). Ob diese beiden Bilder ein und dieselbe Persönlichkeit oder Gestalt der Zukunft meinen, oder ob sie zwei verschiedene Wesen bezeichnen, kann hier außer Spiel bleiben. Es ist klar: Dante spricht hier von der erwarteten Reformation und Erneuerung des Imperiums und der Kirche, des weltlichen und geistlichen Regiments auf Erden. Er nennt den erhofften 'Boten Gottes', den Regenerator Italiens *un cinquecento diece e cinque*. Man verweist auf die Apokalypse des Johannes (13, 18), wo von dem furchtbaren Tier mit zwei Hörnern, das wie ein Drache spricht und die Befehle des vor ihm erschienenen anderen schrecklichen Tieres mit zehn Hörnern und sieben Köpfen vollzieht und die Bewohner der Erde verführt, jenes anzubeten, gesagt wird: 'Wer es versteht, der berechne

die Zahl des Tieres, denn es ist eines Menschen Zahl. Und seine Zahl ist 666.' Aus dieser Stelle kann indessen nur die Methode der Benennung durch eine mystische Zahl stammen. Sonst hat das apokalyptische Ungetüm seiner Bedeutung nach mit dem am Schluß des Purgatorio so inbrünstig gefeierten rettenden Idealkaiser der Zukunft, dem Kaiser der kommenden Wiedergeburt, nichts gemein. Schon die ältesten Commentatoren verstanden Dantes Zahl nach den römischen Zahlzeichen DXV mit einer Metathesis als DVX, d. h. Dux. Eine solche Spielerei, die uns befremdet, kann man unbedenklich Dante zutrauen. Die Versetzung des *cinque* hinter *diece* an den Schluß des Verses mag im Reim (*propinque*) ihren Grund finden. Nicht jedoch kann ich Dante zutrauen, daß damit die Veranlassung und der Ursprung des Bildes aufgeklärt sei.

Die Zahl 515 ist vielmehr eine Umformung der aus dem Altertum überlieferten Zahl der Phoenixperiode. Nach 500 Jahren, anderen Darstellungen zufolge nach 540 Jahren (Manilius bei Plinius Nat. Hist. X 4) oder nach 1461 Jahren (Tacitus Ann. VI 28), erscheint der Phoenix, um sich zu verjüngen. Früh wird auch der längere Termin auf tausend Jahre abgerundet: Plinius N. Hist. 29, 29, Lactanz V. 59, Martial Epigr. V 7, Ausonius, Claudian. Die Frage der Priorität einer dieser Fristen und ihre ursprüngliche astronomische Bedeutung bleibe hier beiseite. Genug, die christliche Auffassung begünstigt im Einklang mit dem uralten Theologumenon vom tausendjährigen Reich die größere Phoenixperiode. Dante aber folgt der antiken Tradition des Hekataeus von Milet und Herodot, wie er sie bei Ovid findet (Metam. 15, 395 *ubi quinque suae complevit saecula vitae*). Er nennt den Phoenix einmal scheinbar nebenbei in einem Vergleich (Inf. 24, 107 *Che la Fenice more e poi rinasce, Quando al cinquecentesimo anno appressa*) und folgt da genau dem Bericht des Ovid. Die Verse stehen in der schauerlichen Schilderung der Schlangenbolge, wo die verdammten Diebe gemartert werden: den verruchten Vanni Fucci aus Pistoja sticht immer wieder eine Schlange, so daß er in Flammen aufgeht und verbrennt, aber aus der Asche ersteht er stets sofort in neuer Gestalt zu wiederholter Qual. Der Sinn dieses hier uns zunächst wie Flickwerk anmutenden Bildes wird erst klar aus dem Contrast. Die Gerechtigkeit und Strenge der göttlichen Allmacht soll es offenbaren: Unsterblichkeit in ewiger Pein für den Verdammten, wie sonst das gleiche Phoenixbild Unsterblichkeit in ewiger Freude für den Erlösten verkündet.

Aber das Phoenixbild taucht an viel bedeutsamerer Stelle, an einem der erhabenen Gipfel des Werks, in den Schlußgesängen des Purgatorio noch einmal auf und gibt hier einen unendlich tiefen Hintergrund für die weite Perspective des Ganzen.

Hier, wo Dante eben erst (Purg. 29. 118) in der Vision des Siegeswagens der Kirche auf Ovids Schilderung des Sonnenwagens Phaëtons (Metam. 2, 105 ff.) hingewiesen hatte und bald nachher (Purg. 33, 47 ff.) an Ovids und seiner Verfälscher Darstellung der Themis (Metam. 1, 321. 7, 759, 762) sich anlehnt, benutzt er auch die Züge, die der Dichter der Metamorphose, wetteifernd mit Vergil und Horaz, aufgenommen hat in das romantisch sentimentale Bild der Augusteischen Restauration des goldenen Alters, in das Bild des Friedenskaisers, der die Welt mit starker und gerechter Hand ordnet und regiert. Mit gutem Grunde geschieht das gerade an dieser Stelle der Commedia. Das irdische Paradies, das einst verloren, das der entsündigte und neugeborene Mensch Dante, der natürlich die strebende Menschheit vertritt, wiedergewinnen soll, gilt es hier in den Schlußgesängen des Purgatorio zu malen. Mit dem irdischen Paradies aber verflicht sich, wie wir sahen (oben S. 634 f.), in Dantes Phantasie das antike Elysium und an die auf dem Parnaß träumenden antiken Dichter. Wieder schwebt hier gerade Ovids Schilderung in den Metamorphosen (1, 89 ff.) vor. Im Elysium hat nun aber nach Ovids Bericht (Amor. 2, 6, 54) der Phoenix seinen Wohnsitz[1]. Und auch zu dem geheimnisvollen verdorrten Baum, den die Procession des mystischen Wagens, dem Dichter und seinem Begleiter voranschreitend, aufsucht (Purg. 32, 37. 52 ff.) und der, als an ihn die Deichsel des Wagens gefügt wird, aufs neue zu grünen anfängt, führt eine Brücke aus dem antiken Vorstellungskreis des Phoenix. Nach Plinius (Hist. Nat. XIII, 42) gibt es von der fruchttragenden Palmenart der *syagri* nur einen einzigen Baum, nach ihm habe der Vogel Phoenix seinen Namen, weil er auf und mit ihm starb und wiedergeboren wurde (*cum phoenice ave putatur intermori ac renasci se ipsa*).

Der Baum, der sich dem Phoenix gleich verjüngt in dieser Vision Dantes, ist zunächst der Baum des Paradieses, von dem Eva aß und der den Fluch in die Welt brachte. Seine allegorische zweite Bedeutung, unendlich umstritten, ist, wie schon einige der alten Kommentatoren erkannten, Rom. Darauf führt die Bezeichnung *vedova frasca* (Purg. 32, 50). Es ist nach dem Dante geläufigen und von Rienzo übernommenen Bilde das verwitwete Imperium: Rom ohne Papst und ohne Kaiser, ohne geistlichen und weltlichen Gemahl. Von diesem verdorrten Baum des Imperiums, dessen sichtbarer Sitz natürlich für Dante die Stadt Rom war, hofft er in seiner Vision, daß er sich erneuere (*si rinnovella* Purg. 32, 55) wie die irdischen Bäume zur Zeit des Frühlingsäquinoctiums, wenn die Sonne in dem

---

[1] Auch Lactanz schildert des Phoenix Wohnsitz mit den Motiven des Paradieses und läßt ihn sich dort in der Lebensquelle baden.

hinter dem Tierkreiszeichen der Fische folgenden Sternbild des Widders steht.

Für Dante ist diese astronomische Bezeichnung viel mehr als eine bloße Genauigkeit der Zeitbestimmung. Sie fließt aus der tief in ihm wie in seinen Zeitgenossen wurzelnden Überzeugung[1], daß die erhoffte große Erneuerung oder Wiedergeburt der christlichen Welt abhängig sei von der Constellation der Gestirne. Auch darum wählt er das alte Phoenixbild. Denn in diesem ist durch die wandlungsreiche Tradition der Völker und der Jahrhunderte, die an seiner Umbildung und Verbreitung gearbeitet haben, der ursprüngliche astronomische Sinn nie ganz verloren gegangen. Es ist ein Bild gesetzmäßiger Perioden geschichtlicher Blütezustände, jener Gesetzmäßigkeit, die Villani ebenso wie Vasari annahmen, von der auch Rienzo fest überzeugt war, als er König Karl IV. die Prophezeiungen des Spiritualen-Eremiten Angelus enthüllte und sie durch die astrologische Weisheit des Cyrillischen Orakels stützte, als er sich selbst für den längst erwarteten *novus dux*, den Königssohn, den *pauper* und *puer* hielt, der als Helfer und Vorläufer neben Kaiser und Papst oder wohl gar allein die Reformation und Wiedergeburt des Reichs herbeiführen solle.

9.

Die zuerst von Alfred Bassermann[2] ausgesprochene Erkenntnis, daß dem rettenden *Dux*, den das Purgatorio für die Weltregeneration verheißt, die antike Vorstellung vom Phoenixjahr zugrunde liege, läßt sich stützen aus jener auffallenden, oben (S. 603) hervorgehobenen Zeitbestimmung, die Rienzo für sein Tribunat gibt. Ein schweres Unternehmen, das fünfhundert Jahre zuvor kein Römer versucht habe, behauptet er am heiligen Pfingsttag gewagt zu haben (Briefw. 57, 244 ff. S. 240), und unter Berufung auf römische Chroniken schreibt er im Jahre 1350 an Karl IV. noch genauer, seit fünfhundert und mehr Jahren (*per quingentos annos et vltra* 50, 188 ff. S. 204) habe kein Römer gewagt, das römische Volk gegen die Tyrannen zu schützen. Er denkt an Papst Leo IV.,

---

[1] Das haben besonders die oben S. 599 Anm. 2 angeführten Untersuchungen von Bezolds und Grauerts nachgewiesen.

[2] In den Studien zur vergleichenden Literaturgeschichte, hrsg. von Max Koch, 8. Band, Berlin 1908, S. 5 ff. Ohne sein Verdienst im mindesten verkleinern zu wollen, möchte ich bemerken, daß ich durch Erwägung der oben besprochenen Zeitangabe Rienzos über die Erneuerung des Tribunats zu derselben Auffassung geführt worden bin ohne Kenntnis seines Aufsatzes. Auch die Vermutung, es sei Dantes DXV einfach verlesen aus dem DXL des Plinius (N. Hist. X 4) hatte sich mir aufgedrängt und trotz Inferno 24, 108 kann sie sehr wohl richtig sein. Eine andere Erklärung versucht Kampers Dantes Kaisertraum S. 21 ff.

der, Römer von Geburt, 847 vom römischen Volk ohne vorherige Befragung des Kaisers gewählt war und das von den Sarazenen fürchterlich verwüstete, durch Feuersbrunst und Erdbeben heimgesuchte Rom wiederherstellte und befestigte, durch eine Liga mit Amalfi, Gaeta, Neapel und Reorganisation der Militärkräfte die Mauren besiegte und auf vatikanischem Gebiet die *Civitas Leonina* gründete. Seinen Ruhm kündeten die Tor-Inschriften der neuen Gründung, und zugleich feierten sie das wiedererstandene Rom: *Roma capud orbis splendor spes aurea Roma*, die Eintracht zwischen dem guten Papst Leo und dem erhabenen Fürsten Lothar und wünschte beiden Gottes Geleit zur Burg des Pols, d. h. zum himmlischen Jerusalem, das auch Rienzo und Petrarca noch mit ihrem idealen Rom verglichen oder vermischten (s. Gregorovius, Geschichte der Stadt Rom[4] 3. 89 ff.). Diese Ereignisse schwebten Rienzo vor und die seitdem verflossenen fünf Jahrhunderte, eine Phoenixperiode, schienen ihn zum rettenden Idealfürsten, zum Erneuerer Roms, zum *papa angelicus* zu prädestinieren. Rienzo kannte ohne Zweifel auch den antiken Kult der Roma aus Münzen, wo sie thronend oder schreitend dargestellt wird mit der Victoria auf der Rechten oder gekrönt von Pax und Felicitas. Er kannte gewiß auch die Aufschrift dieser Münzbilder: *Roma Renascens* unter Galba und Nerva, *Roma Aeterna* (seit Hadrian), *Invicta Roma Aeterna*. *Felix Roma*, *Renovatio Urbis Romae*, *Roma resurgens* (Richter, Roschers Lexikon der griech. und römischen Mythologie 4, 154 f.). Und ebenso hat Rienzo sicherlich auch einige der alten Phoenixmünzen gekannt: etwa die zu Ehren Trajans nach seinem Tode geprägte, die Goldmünze Hadrians mit der Aufschrift *Saeculum Aureum* (Trajan mit den Abzeichen der Aeternitas, einen Phoenix auf der Weltkugel haltend), die Münze des Antoninus Pius mit dem strahlenkranzgeschmückten Phoenix und der Reversaufschrift ΑΙΩΝ, die Bronzemünze Constantins des Großen, auf der vor dem sitzenden Kaiser aus dessen Hand sein Sohn stehend eine Kugel empfängt, darauf ein Phoenix steht mit einem Strahlenkranz als Zeichen der Weltherrschaft, die Münzen des Constans I. mit der Reversaufschrift *Felix Temporum Reparatio* und dem Bilde des Phoenix im Strahlenkranz und der Victoria am Ruder eines Schiffes (Türk, Roschers Mytholog. Lexikon 3, 3466 ff.). Die parallelen litterarischen Kundgebungen waren natürlich Rienzo gleichfalls vertraut: Martials Verse von der *nova Roma* unter Domitian, die gleichwie Brände das Phoenix-Nest erneuern (*renovant*), so die *veterem senectutem* ausgezogen habe (Epigr. V 7), oder des Florus Enkomion auf Trajan (Epit. I 1, 8): *sub Trajano principe ... senectus imperii quasi reddita iuventute reviruit.*

Nach mittelalterlicher Vorstellung, die uns im 12. Jahrhundert Johannes von Salisbury überliefert, sollte Constantins Gründung der

nova Roma, d. h. Constantinopels, erfolgt sein als Erfüllung einer neuen Erscheinung des Phoenix, d. h. als Ausdruck der Vollendung einer Ära und der Wiedergeburt neuen Lebens, des Beginns einer neuen Ära.

Rienzo, der durch Roms Befreiung aus der Gewalt der Barone, durch die Wiederherstellung der Rechtspflege und der Sicherheit im römischen Staat, durch die Proclamierung der Idee eines national geeinten Italiens ein neues Zeitalter des Friedens und der Gerechtigkeit und der religiösen Reinigung heraufführen wollte, betrachtete sich gewissermaßen als Erben Constantins: in seiner Taufwanne im Baptisterium der Lateranischen Basilika nahm er das Bad, durch das er sich zum Candidaten und Ritter des Heiligen Geistes weihen ließ. Er betrachtete sich als Erben Constantins, aber auch als seinen Gegenspieler: als den nationalen Erneuerer des alten, römischen Roms gegenüber der griechisch-orientalischen *nova Roma* am Bosporus.

Zwischen dem Tribunat und der Nachahmung der Taufe Constantins liegt eine staatsrechtliche Kluft. Fraglos war Rienzo sich nicht klar, in welcher Form die Einheit Italiens und die Erneuerung der Welthauptstadt Rom ihre Spitze finden sollten. Päpstlicher Bevollmächtigter, Delegierter der Volkssouveränität, Princeps Augustus mit der *potestas tribunicia*, italienischer Nationalkaiser, Gehilfe des deutschen Kaisers und daneben doch auch Erbe der geistlichen Gewalt, Vertreter des *papa angelicus*, Ritter-Candidat[1] des Heiligen Geistes — gewiß eine bunte politische Musterkarte! Und doch war die Grundtendenz immer dieselbe: *regeneratio Romae, regeneratio Italiae*.

Als er das Tribunat erneute und sich Augustus nannte mit Berufung auf Octavian, wußte er, daß der römische Principat, den Cäsars Nachfolger errichtete, sich gründete auf der *potestas tribunicia*. Was er, der sich als Gottgesandter, als Kaisersohn fühlte, erstrebte, war die Erneuerung Roms und damit Italiens auf nationaler Grundlage, eine Regelung des Imperiums, die von der byzantinischen Monarchie, wie sie Constantin angebahnt hatte, sich entfernte. Der römische Staat stand ihm immer höher als das Imperium, konnte er mit Recht an Karl IV. schreiben (s. oben S. 608 f.). Und darum vermochte er schließlich auch im Auftrag Karl IV. die mittelalterlichen imperialistischen ghibellinischen Staatstheorien Petrarcas ironisch abzufertigen (Briefw. 71, S. 406 ff.).

Verdienstliche Forschungen der letzten Jahrzehnte haben gerade die Macht, die weit zurückliegenden Ursprünge und das lange Nach-

[1] Der Titel *candidatus spiritus Sancti* beruht wohl auf Nachbildung eines antiken Priestertitels aus dem Cult des Juppiter Dolichenus auf dem Aventin (s. darüber meine Erörterung im Kommentar zum Briefwechsel des Rienzo).

wirken dieses Glaubens an die siderische Bedingtheit der großen geschichtlichen Umwälzungen, insbesondere des Wandels der geistigen Cultur, in helles Licht gestellt. Dieser Glaube behauptet sich im allgemeinen durchaus neben und mit der Annahme einer göttlichen Weltregierung. Er durchdringt die gesamte Entwicklung jener uralten Sagengebilde, die mit phantastischem Prophetentum das erwartete oder gefürchtete Weltende, aber auch die kommende Weltentwicklung an heroische Idealgestalten, Herrscher oder Heilige, anknüpfen. Mit reichem Erfolg sind von Zezschwitz, von Gutschmid, Riezler, Döllinger, von Bezold, Grauert, Kampers, Holder-Egger, Wadstein, Sackur, Vossler und andere den verschlungenen Gängen dieser eschatologisch-chiliastischen, doch auch imperialistischen Traditionen von dem Kaiser der Endzeit, dem letzten erliegenden oder siegenden Welt- und Friedenskaiser, auch wohl Bettlerkaiser, von der Wiederkunft Christi, von der dynastischen, politischen, religiösen oder nationalen Erhebung und idealen Neugestaltung des Weltreichs gefolgt durch den weiten Weg, den die geistige Bildung der uns bekannten weltgeschichtlichen Culturvölker gezogen ist.

Für Dantes Commedia hat neben Kampers, dessen Arbeiten den ganzen ungeheuren Verlauf umfassen[1], zuletzt Bassermann mit Scharfsinn und Gelehrsamkeit die Ergebnisse dieser Kaisersagen-Forschung herangezogen und verwertet[2].

Das ganze Mittelalter hindurch leben diese chiliastisch-imperialistischen Ideen. Allerdings wandeln sie sich nach Zeiten und Ländern. Aber hinter allen steht die unauslöschliche Erinnerung an die überirdische Größe Roms, seiner Weltmacht und seiner Cultur, die ihrerseits nur das Erbe war der hellenistischen und orientalischen Weltherrschaft und Weltbildung. Und mit dieser Erinnerung lebt immer wieder die Sehnsucht auf, die verlorene Herrlichkeit dieser versunkenen Welt aus sich selbst nachzuschaffen: eine *nova Roma* zu gründen.

Der Schatz menschlicher Cultur, der glänzende Ertrag so vieler Jahrhunderte weltgeschichtlicher Bemühungen konnte nie entschwinden.

Er sinkt wohl tief und tiefer in dem Gewoge des Lebensdranges jugendlicher, vergangenheitsloser Völker. Aber er steigt immer wieder von Zeit zu Zeit, wenn die Constellation es gestattet, empor. Mit verschiedener Kraft und Dauer. So hat man — das Wort Renaissance, in

[1] Wie er mir mitteilt, will er zunächst noch einmal die karolingische Periode behandeln.

[2] Im großen und ganzen erfolgreich. Einzelnes freilich wird man bezweifeln und berichtigen müssen. Am unglücklichsten sind die Versuche, in den internationalen, aus dem Orient und der griechisch-römischen Culturwelt stammenden Phantasieprodukten auch Elemente urgermanischen Heidentums aufzufinden.

seiner jetzt gewöhnlichen Bedeutung: 'Wiederbelebung der antiken Cultur' verstehend — mehrere byzantinische Renaissancen, eine irische, eine altenglische, eine karolingische, eine ottonische, eine staufische Renaissance, eine Renaissance im Frankreich des 12. Jahrhunderts (Schule von Chartres; französische Plastik), eine cassinesisch-römische Renaissance seit dem Ende des 11. Jahrhunderts, eine normannische Renaissance im 12. Jahrhundert. Es gibt eine Renaissance in der Jurisprudenz, in der Philosophie, in der Medizin und Naturwissenschaft wie in der lateinischen Schulpoesie.

Weil man das sich nicht klargemacht hat und auch heute immer noch nicht klarmachen will, sucht man mit solcher fast komischen Angst nach dem Anfang der Renaissance und findet immer neue Vorstufen für sie, immer neue Protorenaissancen und allererste Renaissancen. Wiederholt habe ich es ausgesprochen, wie diese Erscheinungen zu beurteilen sind und wie zu jenen verschiedenartigen Renaissancen an allen Ecken und Enden Europas sich die Renaissance κατ' ἐξοχήν verhalte: die national-italienische Culturerneuerung (s. meinen Aufsatz über den Satzrhythmus der deutschen Prosa, Sitzungsberichte 1909, S. 530f.). Die Antike wiederzugewinnen, hat man immer und in allen Ländern zuzeiten versucht. Das Charakteristische der eigentlichen Renaissance ist nur, daß in ihr die Rückeroberung antiker Cultur eine Selbsterneuerung und Selbsterhöhung, eine nationale Selbstbesinnung und Selbsterkenntnis war. Die eigentliche Renaissance wächst aus dem innersten Lebenskern des italischen Volks. Sie tritt in Kraft (nach längerer Vorbereitung seit dem 11. Jahrhundert) in der Zeit, wo das antike Erbe aufhört, als europäisches lebendiges Gemeingut des alltäglichen Gebrauchs empfunden zu werden, wo man anfängt, es als ein Element und als Quelle der Andacht und Ehrfurcht, als Denkmal reinerer, menschlicherer Jugend, als ein Rüstzeug für die sittlich-religiöse Erhebung zu betrachten. Als das Imperium Romanum dem Tod verfallen, da proclamiert Rienzo als Schüler Dantes unter dem Jubel Petrarcas die Reformation und Regeneration der Stadt Rom und damit ein neues Imperium Romanum. Das ist die Renaissance, die einen neuen Begriff der Menschheit, der Kunst, des litterarischen und wissenschaftlichen Lebens schafft, die eine neue Weltherrschaft begründet: die Weltherrschaft eines geistigen Ideals über den Formeln der erstarrten Dogmen. Nicht im Gegensatz zu der christlichen Religion, sondern aus der Vollkraft eines religiösen Aufschwungs.

Die spätere Trennung der weltlichen und der kirchlichen Reformbewegung, d. h. die Differenzierung und Scheidung von Renaissance und Reformation vollzieht sich allmählich. Sie zu verfolgen und die langsame Säcularisierung des Gedankens der Wiedergeburt aufzuweisen

an Petrarca, Boccaccio und allen Nachfolgern geht über den Rahmen dieser Untersuchung[1]. Die Grundrichtung, die ich mich bemüht habe klarzustellen, bleibt indessen. Und die Bilder vom Altern und Wiederjungwerden der Zeit und von der Wiederkehr des goldenen Weltalters, sie drücken auch noch in den Tagen Leos X. und Melanchthons die innerste Stimmung der Renaissance aus, die niemals ganz vergißt, das zu erstreben, was man so oft gedankenlos ausgesprochen hat und was doch einen so tiefen und wahren Sinn wiedergibt: die *Humaniora*, d. h. mehr Mensch zu sein.

---

[1] Auch muß ich mein reichhaltiges Material für die speziell staatsrechtliche und allgemein juristische Bedeutungsgeschichte der Worte *reformare*. *reformatio* der späteren Darstellung vorbehalten.

Über die Struktur der γ-Strahlen.

Von Dr. Edgar Meyer
in Aachen.

(Vorgelegt von Hrn. Rubens am 9. Juni 1910 (s. oben S. 549).)

§ 1. Über die Natur der γ-Strahlen bestehen verschiedene Hypothesen. Allgemein faßt man wohl die γ-Strahlen als qualitativ nicht verschieden von den Röntgenstrahlen auf, und damit gelten die Anschauungen, die man sich über die Natur der Röntgenstrahlen gebildet hat. auch für die γ-Strahlen. Die größte Beachtung hat wohl die Theorie gefunden, die die γ-Strahlen als elektromagnetische Impulse ohne periodischen Charakter im Äther betrachtet, entstanden durch Beschleunigung von Elektronen.

Demgegenüber hat nun schon früher Paschen[1] und neuerdings W. H. Bragg[2] die γ-Strahlen als eine korpuskulare Strahlung angesprochen. Ersterer faßt sie auf als Elektronen von nahezu Lichtgeschwindigkeit, letzterer als neutrale Doppelteilchen, entstanden durch Zusammenlagerung eines α- und eines β-Teilchens. Schwer in Einklang zu bringen mit dieser Theorie von Bragg sind wohl die Versuche über die Polarisation der Röntgenstrahlen.

Nimmt man die nicht unbegründete Hypothese als richtig an, daß einerseits γ- und Röntgenstrahlen, anderseits Röntgenstrahlen und sehr kurzwelliges Licht wesensgleich sind. so läßt sich auch die Lichtquantenhypothese (Einstein, Stark) auf die γ-Strahlen übertragen[3]. Danach bliebe die elektromagnetische Energie eines »γ-Quantums« in einem kleinen Volumen konzentriert und pflanzte sich nur nach einer bestimmten Richtung hin fort. Die Polarisationsversuche wären mit einer solchen Auffassung im Einklang.

Eine ähnliche vermittelnde Stellung, wie sie die Lichtquantentheorie zwischen der Impulstheorie und den Korpuskulartheorien ein-

[1] F. Paschen, Ann. d. Phys. (4), **14**. 164. 1904; **14**, 389, 1904; Phys. Zeitschr. **5**, 563, 1904.

[2] W. H. Bragg, Phil. Mag. (6), **14**. 429. 1907; Nature **77**, 270. 1908, — und J. P. V. Madsen, Trans. Roy. Soc. of South Australia **32**, 1908.

[3] Vgl. z. B. E. von Schweidler, Phys. Zeitschr. **11**, 225, 1910.

nimmt, stellt auch die Auffassung von J. J. Thomson[1] dar, die darauf basiert, daß angenommen wird, die von den Elektronen ausgehenden Faradayschen Kraftröhren hätten wirkliche reale Bedeutung. Die Thomsonsche Theorie unterscheidet sich von der aus der Lichtquantenhypothese folgenden Anschauung auch dadurch, daß nach ihr die Energiedichte mit der Entfernung von der Strahlungsquelle abnimmt.

Betrachtet man nun auf Grund dieser Hypothesen den Elementarprozeß der γ-Strahlaussendung, so zeigt sich, daß sämtliche Auffassungen folgendes gemeinsam haben. Die Strahlungsenergie wird nicht mit gleicher Dichte nach allen Richtungen hin in den Raumwinkel 4π eingestrahlt, sondern es gibt bevorzugte Richtungen maximaler Energiedichte. Im besonderen: nach Paschen, Bragg, Einstein und Stark würde die gesamte Energie nur in eine bestimmte Richtung gesandt, nach Thomson in einen Raumwinkel, der klein gegen 4π ist. Daß man auch nach der Impulstheorie zu einer ähnlichen Auffassung gelangt, hat Sommerfeld[2] gezeigt (vgl. weiter unten).

Der Kürze halber soll dieses Verhalten als anisotrope Struktur der Strahlung bezeichnet werden, im Gegensatze zu isotroper Struktur, bei der die Energie gleichmäßig über den Raumwinkel 4π verteilt wird.

§ 2. Um experimentell entscheiden zu können, ob die γ-Strahlung isotrope oder anisotrope Struktur besitzt, denken wir uns eine γ-strahlende Substanz in einem Punkte A des Raumes. Um A sei eine Kugelfläche vom Radius R beschrieben, und es sei auf der Kugel ein Flächenstückchen von dem Inhalte F abgegrenzt.

Nehmen wir Anisotropie der Strahlung etwa in dem Betrage als vorhanden an, wie sie nach den Korpuskulartheorien auftritt, so wird, falls bei dem einzelnen Elementarprozesse jede Richtung für die Aussendung des Energiebetrages gleich wahrscheinlich ist, die sich in F pro Zeiteinheit bemerkbar machende Anzahl Elementarprozesse Z proportional F und umgekehrt proportional R^2 sein.

Hat man es dagegen mit Isotropie zu tun, so wird jeder Elementarprozeß in A, der mit der Aussendung von γ-Strahlung verknüpft ist, eine Wirkung (sei es eine Phosphorescenz-, eine Ionisationswirkung od. dgl.) in F erkennen lassen. Die Anzahl der pro Zeiteinheit in F stattfindenden Wirkungen muß dann unabhängig von F und von R sein (nur die Intensität der Wirkungen, z. B. bei Ionisation, hinge von F und R ab)[3].

[1] J. J. Thomson, Cambridge Proc. **14**, 540, 1908; Phil. Mag. (6) **19**, 301, 1910; ferner N. R. Campbell, Modern Electrical Theory, Cambridge, University Press 1907, S. 319.

[2] A. Sommerfeld, Phys. Zeitschr. **10**, 969, 1909.

[3] An Stelle von F kann man natürlich auch den durch F und R bestimmten Raumwinkel betrachten.

Es kommt also darauf an, die Anzahl der pro Zeiteinheit in F eintreffenden γ-Wirkungen zu zählen und zu untersuchen, ob diese Anzahl abhängt von der Größe F bei konstantem R oder von R bei konstantem F.

Die Struktur der Strahlung nach der Impulstheorie bedarf noch der Erörterung. Man hat es, wie erwähnt, nach SOMMERFELD bei dieser Theorie nicht mit Isotropie zu tun. SCHWEIDLER hat aber a. a. O. berechnet, daß der Unterschied zwischen der korrekten Theorie und der Annahme isotroper Kugelwellen nicht groß ist. SCHWEIDLER findet, daß, wenn nach den Korpuskulartheorien durch F nur 1 Prozent der überhaupt von A ausgehenden Strahlen hindurchgehen, es nach der exakten Impulstheorie 80 Prozent, bei isotropen Kugelwellen 100 Prozent tun.

Hiernach könnte es scheinen, als ob mit einem Nachweise starker Anisotropie die Impulstheorie widerlegt wäre. Dem ist aber nicht so. SCHWEIDLER legt nämlich seinen Berechnungen die SOMMERFELDschen Annahmen zugrunde, die sich speziell auf Röntgenstrahlen beziehen. Diese Annahmen sind geradlinige Bremsung sowie ein Bremsweg von der Größenordnung der molekularen Wirkungssphäre. Ferner soll sich bei der Bremsung die Elektronengeschwindigkeit v zwischen den Grenzen $v = 0$ und $v = \frac{1}{3} c$ ändern (c Lichtgeschwindigkeit). Es ist aber wohl nicht von der Hand zu weisen, daß man auf Grund der SOMMERFELDschen Überlegungen mit anderen Annahmen, die spezieller auf den Prozeß der γ-Strahlaussendung beim Radium zugeschnitten sind, auch zu einer größeren Anisotropie der Strahlung kommen kann, als sie von SOMMERFELD für die durch Kathodenstrahlen erzeugten Röntgenstrahlen berechnet wurde.

§ 3. Als einfachste Methode der Zählung wurden die zeitlichen Schwankungen der radioaktiven Strahlung, die sogenannten SCHWEIDLERschen Schwankungen, benutzt[1]. Ist Z die mittlere Anzahl der radioaktiven Atome eines Präparats, die pro Zeiteinheit zerfallen, so ist die mittlere Abweichung $\bar{\varepsilon}$ von diesem Werte Z ausgedrückt in Bruchteilen des Normalwertes Z gegeben als:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{\sqrt{Z}}.$$

Mißt man also die radioaktive Schwankung $\bar{\varepsilon}$ (Schwankung in der γ-Strahlionisation) in F, so muß bei Isotropie $\bar{\varepsilon}$ nahe unabhängig von F sein, da, wie oben ausgeführt, immer alle Z zur Wirkung ge-

[1] E. VON SCHWEIDLER, Int. Congr. de Rad., Liège 1905, vgl. ferner meinen Bericht. Jahrb. d. Rad. u. Elektr. 5, 423, 1908; 6, 242, 1909.

langen. Bei Anisotropie aber muß $\bar{\varepsilon} = \frac{1}{\sqrt{Z'}}$ sein, d. h. gleich der reziproken Wurzel aus der Anzahl zerfallender Atome Z', die sich pro Zeiteinheit in F bemerkbar machen, oder da Z' proportional F ist, muß

$$\bar{\varepsilon} \text{ proportional } \frac{1}{\sqrt{F}} \text{ sein.}$$

§ 4. Bei der Ausführung[1] derartiger Versuche, die im folgenden beschrieben werden sollen, hat sich nun als Resultat gezeigt, daß tatsächlich bei der γ-Strahlung eine starke Anisotropie besteht. Der Klarheit halber soll nochmals gesagt werden, was unter dieser Anisotropie zu verstehen ist: Betrachtet man eine γ-strahlende Substanz in einem Punkte A des Raumes und denkt sich um A eine Kugelfläche vom Radius R gelegt, so ist die in einem bestimmten Zeitmomente in der Oberfläche der Kugel liegende Energie nicht gleichmäßig über diese verteilt, sondern auf bestimmte kleine Stellen (patches, wie Thomson[2] sie nennt) lokalisiert. Die Lagen dieser Konzentrationsstellen sind vollkommen voneinander unabhängig[3]. Bezogen auf den einzelnen Elementarprozeß der γ-Strahlaussendung, sagt dieses aus, daß die von einem beschleunigten Elektron ausgestrahlte Energie nicht gleichmäßig in den Raumwinkel $\omega = 4\pi$ eingestrahlt wird, sondern entweder in einen solchen Raumwinkel, der klein ist gegenüber $\omega = 4\pi$ (klein gegenüber den Abmessungen des verwandten Kondensators, vgl. weiter unten), oder aber die Energie bleibt in einem kleinen Volumen konzentriert und wird nur nach einer bestimmten Richtung hin ausgesandt[4]. Dieses ist der einzig bindende Schluß, der sich aus den Versuchen ziehen läßt, eine Entscheidung zwischen den verschiedenen Theorien der γ-Strahlen ergibt sich nicht; so auch, um etwas Spezielleres hervorzuheben: über die Volumenausdehnung des von einem Elementarprozesse herrührenden Energiebetrages in Richtung des Strahles läßt sich nichts aussagen.

§ 5. Den Hauptteil der benutzten Versuchsanordnung bildet die Ionisationskammer C, von der Fig. 1 einen schematischen Durch-

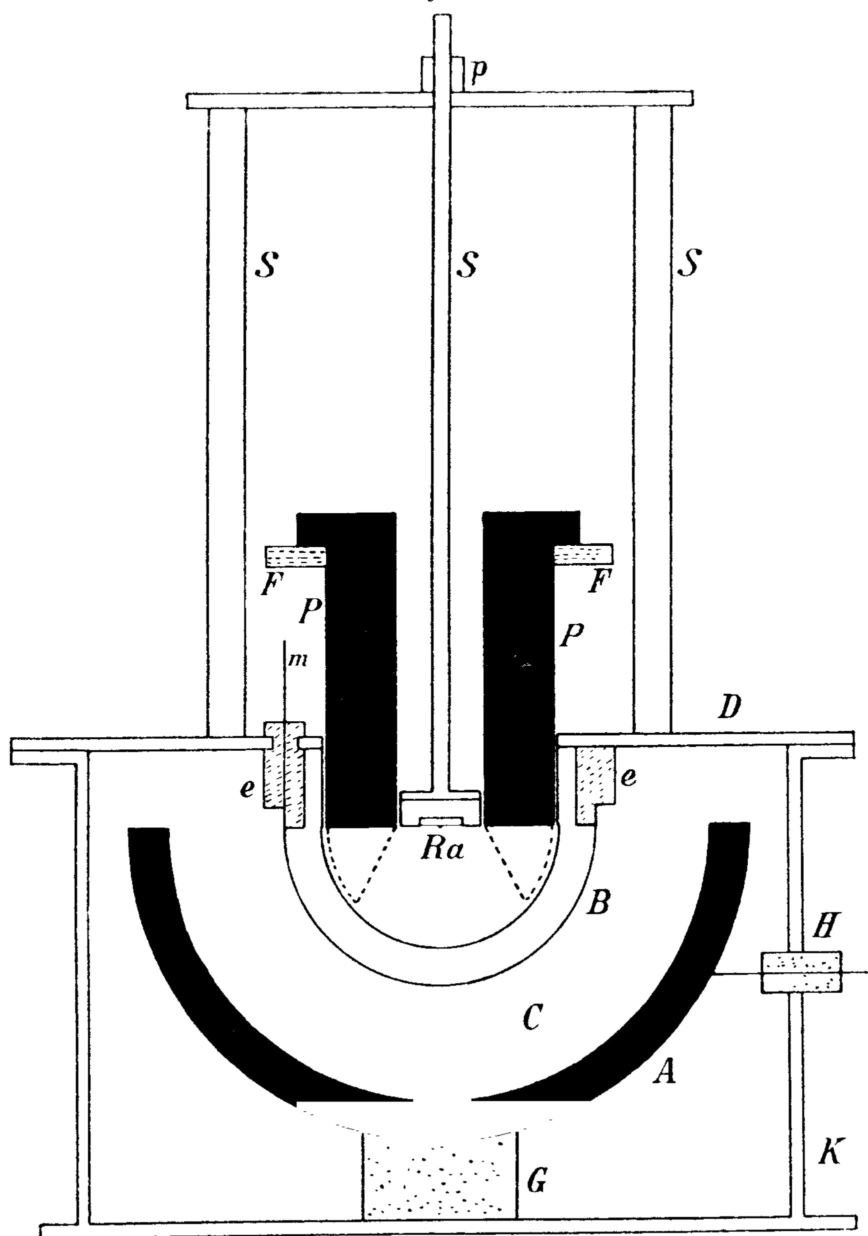
[1] Hr. E. von Schweidler hat in seiner Arbeit: »Zur experimentellen Entscheidung der Frage nach der Natur der γ-Strahlen« (a. a. O.) dieselbe Idee (ohne ausgeführte Versuche) angegeben, die ich in der vorliegenden Arbeit ausgeführt habe. Es sei mir gestattet zu bemerken, daß ich mich schon bei der Ausführung der endgültigen Messungen befand, als die Arbeit von Hrn. von Schweidler erschien.

[2] J. J. Thomson, Cambridge Proc. 14, 540, 1908.

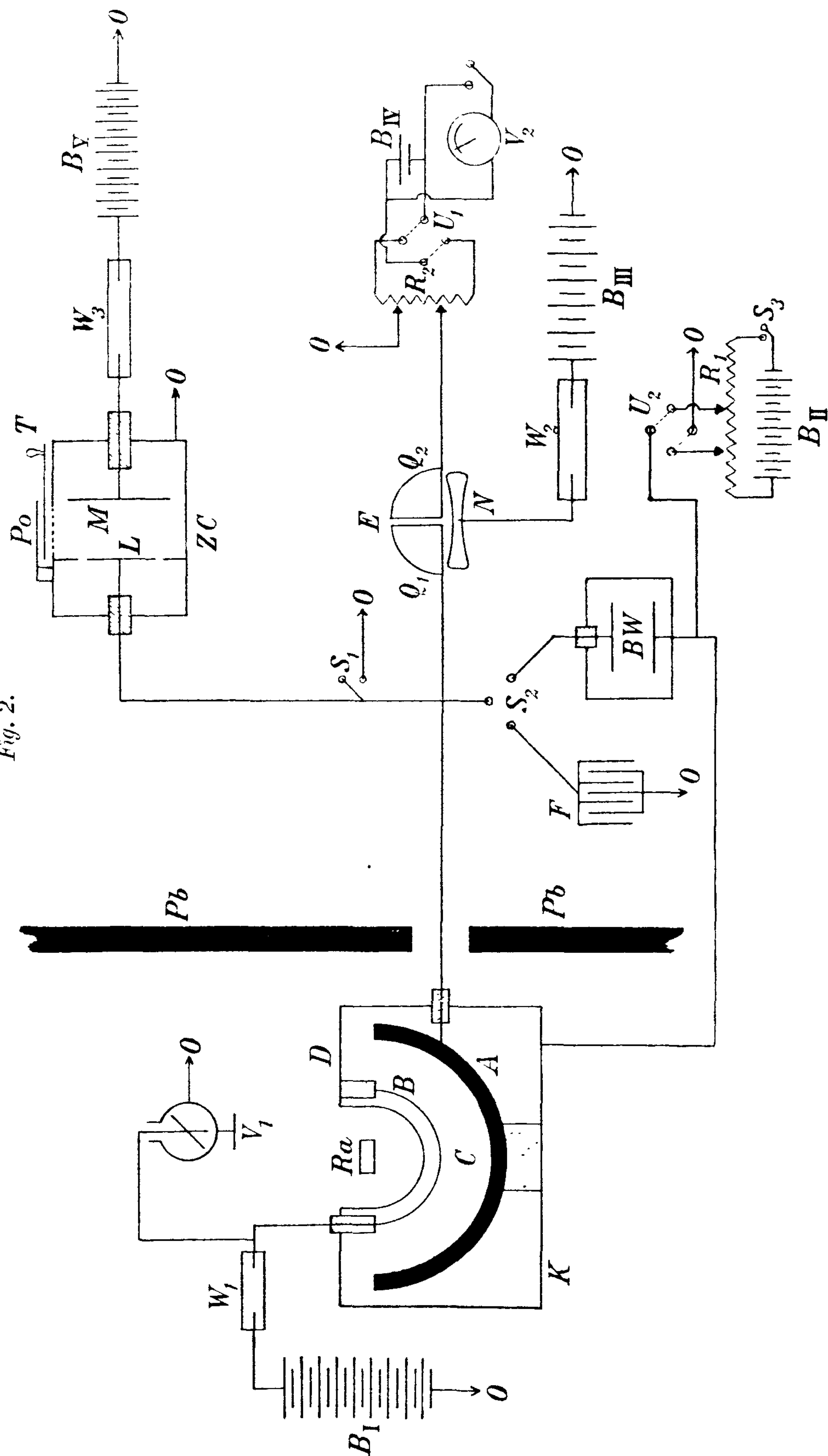
[3] Mit andern Worten: Die Konzentrationsstellen sind nach dem Gesetze des Zufalls über die Kugeloberfläche verteilt.

[4] Ob zwei diametral entgegengesetzte Richtungen oder Raumwinkel vorkommen können, mag dahingestellt bleiben.

Fig. 1.



schnitt in richtigen Größenverhältnissen gibt. *A* ist eine 0.8 cm dicke Halbkugel aus Blei, die innen und außen zur Herabsetzung der auftretenden Voltaeffekte mit 1 mm dicken Messinghalbkugeln belegt ist; der innere Radius beträgt 7 cm. *A* wird von dem gut polierten Bernsteinstück *G* (2 cm Radius, 2 cm Höhe) getragen und besitzt eine durch den Bernsteinpfropfen *H* isolierte Zuleitung, die mit einem Quadrantenelektrometer (vgl. Fig. 2) verbunden werden kann. *B* ist eine mit *A* konzentrierte Halbkugel aus 1 mm dickem Messingblech



B_V
W_3
T
Po
M
L
ZC
B_IV
V_2
U_1
R_2
B_III
W_2
E
Q_1
Q_2
N
S_1
S_2
S_3
BW
F
U_2
R_1
B_II
Pb
Pb
D
A
B
C
Ra
V_1
W_1
K
B_I

Fig. 2.

und 4 cm äußerem Radius: sie wird vermittels 3 Ebonitstücke *e* (2 cm Höhe) von dem 3 mm dicken Messingdeckel *D* des sehr stabil gebauten Schutzkastens *K* getragen. *B* besitzt die isolierte Durchführung *m*. Der Deckel *D* hat in der Mitte eine Öffnung von 3 cm Radius, die durch einen kurzen Messingzylinder (Höhe 2 cm) und eine angesetzte Messinghalbkugel (Radius 3 cm, Dicke 1 mm) in der aus der Figur ersichtlichen Weise geschlossen ist. Der freie Abstand zwischen *A* und *B* beträgt 3 cm.

Das Radium *Ra* (16.5 mg reines $RaBr_2$) befindet sich in einer der bekannten, mit einer dünnen Glimmerplatte verschlossenen Ebonitkapsel; es wird von dem Gestänge *SSS* in der aus der Figur zu ersehenden Weise getragen und kann in beliebiger Höhe festgestellt werden. Die Lage des Präparates wurde so justiert, daß es möglichst im Zentrum der Kugeln *A* und *B* lag, ein Anschlag *p* sorgte dafür, daß diese Stellung auch nach einem Hochziehen des Präparates wieder eingenommen wurde.

In die mittlere Vertiefung des Deckels *D* konnten nun verschiedene Bleiblenden *P* eingesetzt werden, die die Strahlen des *Ra* auf einen gewissen Raumwinkel beschränkten. Es waren zylindrische Bleiklötze von etwa 6 cm Durchmesser, die eine zentrische Bohrung von 22.5 mm besaßen, um die Radiumkapsel aufzunehmen. Vermittelst eines überstehenden Randes werden die Blenden von einem stabilen Holzgestell, dessen Durchschnitt bei *FF* angedeutet ist, getragen. Das Gestell *FF* war auf derselben schweren Grundplatte festgekittet, die auch die ganze Ionisierungskammer trug.

Unter Blende I ist im folgenden diejenige verstanden, die mit ihrem unteren geraden Rande mit der Radiumkapsel abschloß, also die Strahlen in einen Raumwinkel von fast 180° eintreten ließ. Die anderen Blenden, bezeichnet mit II und III, besaßen verschiedene Verlängerungen von der Art des in Fig. 1 eingezeichneten punktierten Stückes.

Die beschriebene Ionisationskammer stellt also einen Kugelkondensator dar, in den die Strahlung eines Radiumpräparates, auf verschiedene Raumwinkel begrenzt, eintreten kann. Da die Strahlung bis zum Kondensator außer der dünnen Glimmerplatte 2 mm Messing zu durchdringen hatte, so waren fast nur die γ-Strahlen wirksam. Auch hatte eine Zwischenschaltung einer 1.2 mm dicken Bleiplatte direkt vor das Präparat auf die Versuchsresultate keinen merkbaren Einfluß, was der Fall hätte sein müssen, falls durch die 2 mm Messing noch β-Strahlen in nicht zu vernachlässigender Menge hindurchgegangen wären.

Man muß nun in dem Kondensator *C* bei den verschiedenen Öffnungswinkeln zweier Blenden die Schwankungen der Ionisation

und damit die zeitlichen Schwankungen der radioaktiven Strahlung des Präparates messen und sehen, ob $\bar{\varepsilon}$ sich mit der Blendenöffnung ändert oder nicht.

§ 6. Die zur Messung der Ionisationsschwankungen angewandte Anordnung, eine Nullmethode, ist in Fig. 2 schematisch dargestellt. Die Elektrode A der Ionisierungskammer C, die im folgenden Elektrometerkugel genannt werden soll, war mit dem einen Quadrantenpaare Q_1 eines Dolezalekschen Elektrometers E verbunden, dessen anderes Quadrantenpaar Q_2 geerdet oder auf ein bestimmtes Potential gebracht werden konnte. Dazu diente der Widerstand R_2 von 5000 Ohm mit Laufstöpsel, der Umschalter U_1, der Akkumulator B_{IV} und das Voltmeter V_2. Diese Vorrichtung wurde seltener zur Kompensation des Elektrometerausschlages benutzt, hauptsächlich zur Empfindlichkeitsbestimmung von E. Die Nadel von E wurde von der Batterie B_{III} (100—240 Volt) durch den Widerstand W_2 (10^6 Ohm) aufgeladen. Gleichzeitig lag Q_1 durch den Schlüssel S_2 an dem einen Ende eines Bronsonwiderstandes BW. Das andere Ende von BW war geerdet oder konnte auf ein bestimmtes Potential gebracht werden. Hierzu diente ein sehr guter Wolfscher Widerstand R_1 von 110000 Ohm, der Umschalter U_2, die große Batterie B_{II} von 82 Volt und 145 Amperestunden Kapazität und der Schlüssel S_3.

Die »Spannungskugel« B der Ionisierungskammer C wurde von der Hochspannungs-Akkumulatorenbatterie B_I aus durch den Amylalkoholwiderstand W_1 auf 1000—2000 Volt geladen. Durch diese Spannung wurde nahe Sättigungsstrom erreicht, so stieg der Strom bei Erhöhung des Potentials von 1000 auf 2000 Volt um nicht 3 Prozent. Ein Braunsches Elektrometer V_1 diente zur Kontrolle der Spannung. Durch S_1 konnte Q_1 geerdet werden.

Das an BW angelegte Potential wurde so abgeglichen, daß der durch C fließende Strom kompensiert wurde, Q_1 also nahe das Potential Null hatte. Das Elektrometer E zeigte dann nur die Schwankungen des Ionisationsstromes an. Um den Gesamtstrom zu messen, wurde durch S_2 der Bronsonwiderstand abgeschaltet und Q_1 mit einem Elliotschen Glimmerkondensator (meistens 0.2 Mikrofarad) verbunden. Der Strom ergab sich durch die Zeit, die der Kondensator gebrauchte, um sich um ein bestimmtes Potential aufzuladen.

Dicke Bleischirme $Pb\,Pb$ dienten dazu, die Meßanordnung vor etwa aus K noch austretenden γ-Strahlen zu schützen. Alle in Betracht kommenden Leitungen waren durch geerdete Schutzröhren geführt.

Über die Empfindlichkeit der Methode mögen folgende Zahlen orientieren. Der Bronsonwiderstand hatte, am 21. Mai 1910 gemessen, einen Widerstand von ungefähr $8 \cdot 10^{12}$ Ohm (bei etwa 0.8 Volt ange-

legter Spannung). Bei einem Gesamtstrome von $7.5 \cdot 10^{-11}$ Ampere, wie er etwa bei Blende I auftrat, entsprach also, bei einer Elektrometerempfindlichkeit von 3150 Skalenteilen pro Volt, 1 Skalenteil Elektrometerausschlag einer Stromschwankung von 0.005 Prozent.

§ 7. Trotzdem A aus einer 0.8 cm dicken Bleikugel bestand, gingen noch γ-Strahlen durch A hindurch und machten die Luft zwischen A und K leitend. War dann K mit Erde verbunden, so hatte man zu BW noch einen Nebenschluß, der aber natürlich seine Größe auch mit der verwandten Blendenöffnung änderte. Hierdurch änderte sich dann auch die Empfindlichkeit der Methode zur Messung der Schwankungen, die proportional dem zwischen Q_1 und Q_2 liegenden Widerstande ist. Legte man an K dasselbe Potential an wie an BW, wie es die Figur zeigt, so blieb die Empfindlichkeit doch nicht konstant. Um diese Schwierigkeit zu umgehen, wurde das folgende Verfahren benutzt, das auch gleichzeitig davon freimachte, daß der Bronsonwiderstand nicht mehr exakt dem Ohmschen Gesetze folgte[1]. Q_1 wurde noch mit der Elektrode L einer zweiten Ionisierungskammer ZC verbunden. Die andere Elektrode M wurde über den Amylalkoholwiderstand W_3 durch Batterie B_V auf 1250 Volt geladen. Ionisiert wurde durch ein in konstanter Stellung gehaltenes Poloniumpräparat Po; durch einen Schieber T konnte die mit Drahtnetz bedeckte Öffnung der Kammer geschlossen und so die α-Strahlung von Po abgeschnitten werden. Durch diese Schaltung war es möglich, bei jeder beliebigen Blendenanordnung einen konstanten Zusatzstrom Δi in ZC zu erzeugen.

Die den Δi entsprechenden Elektrometerausschläge waren dann ein Maß für die Stromempfindlichkeit der Anordnung, und man konnte leicht die gemessenen absoluten Beträge der Schwankungen ε bei verschiedenen Blenden auf gleiche Empfindlichkeit umrechnen.

§ 8. Der Einfachheit halber wurden die Messungen so angeordnet, daß man einen möglichst exakten relativen Vergleich der Schwankungen bei verschiedenen Blendenöffnungen ziehen konnte. Dazu diente folgende Überlegung.

Setzt man eine anisotrope Struktur der γ-Strahlen voraus, so ist der Sättigungsstrom i, wenn C die von jedem Energiebetrage, der von einem Elementarprozesse herrührt, in der Ionisierungskammer gebildete Anzahl Ionenpaare bedeutet (seien es direkt im Gase gebildete Ionen oder auf dem Umweg durch die an den Elektroden erzeugten Sekundärstrahlen)

$$i = CZ'e.$$

[1] Es war nämlich nicht möglich, einen Bronsonwiderstand herzustellen, der bei genügender Größe (wegen der Empfindlichkeit der Methode) für die in Betracht kommenden Stromstärken genau dem Ohmschen Gesetze folgte.

Dabei bedeutet e das elektrische Elementarquantam und Z' die sich pro Zeiteinheit in dem Kondensator bemerkbar machende Anzahl Elementarprozesse. Es ist dann die prozentische Schwankung:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{\sqrt{Z'}}$$

oder die beobachtete Stromschwankung ε ihrem absoluten Betrage nach:

$$\varepsilon = \bar{\varepsilon} i = Ce\sqrt{Z'}\ .$$

Für zwei verschiedene Blenden I und II, also zwei verschiedene Raumwinkel, ergibt sich daher:

$$\frac{\varepsilon_{\mathrm{I}}}{\varepsilon_{\mathrm{II}}} = \frac{Ce\sqrt{Z'_1}}{Ce\sqrt{Z'_2}} = \sqrt{\frac{i_{\mathrm{I}}}{i_{\mathrm{II}}}}\ ,$$

d. h. bei anisotroper Struktur müssen sich die absoluten Beträge der Schwankungen verhalten wie die Wurzeln aus den Sättigungsstromstärken.

Setzen wir dagegen isotrope Struktur als richtig voraus, so ergibt sich folgendes. Bezeichnet man mit K die durch einen γ-Impuls im Kondensator überhaupt erzeugte Anzahl Ionenpaare (sowohl direkt im Gase als auch durch Sekundärstrahlen gebildete Ionenpaare), so ist der Sättigungsstrom in diesem Falle gegeben als

$$i = KZe\ ,$$

wo jetzt Z die pro Zeiteinheit überhaupt stattfindende Anzahl der Elementarprozesse bedeutet. Der absolute Betrag der Stromschwankung wird daher:

$$\varepsilon = \frac{KZe}{\sqrt{Z}} = Ke\sqrt{Z}\ .$$

Nun ändert sich natürlich K mit dem Raumwinkel, unter dem die γ-Impulse in den Kondensator eintreten. Bei zwei verschiedenen Blendenöffnungen hat man daher:

$$\frac{\varepsilon_{\mathrm{I}}}{\varepsilon_{\mathrm{II}}} = \frac{K_{\mathrm{I}} e\sqrt{Z}}{K_{\mathrm{II}} e\sqrt{Z}} = \frac{K_{\mathrm{I}}}{K_{\mathrm{II}}} = \frac{i_{\mathrm{I}}}{i_{\mathrm{II}}}\ ,$$

d. h. bei isotroper Struktur sollten sich die absoluten Beträge der Schwankungen direkt wie die Stromstärken verhalten.

§ 9. Die Ausführung der Messung geschah in folgender Weise. Nachdem für Blende I der Gesamtstrom durch die Aufladezeit der Kapazität F (meistens 0.2 Mikrofarad) auf ein bestimmtes Potential

gemessen war, wurde zur Berechnung[1] von ε 100 mal die Stellung der Elektrometernadel in Zeitintervallen von $5''$ abgelesen. Darauf wurde durch Wegziehen des Schiebers T der Zusatzstrom zugeschaltet und nun 60 Beobachtungen derselben Art angestellt. Darauf wurden wieder 100 Ablesungen ohne Zusatzstrom gemacht. Das Gesamtmittel der Elektrometerablesungen aus Reihe I und Reihe III weniger dem Mittel aus Reihe II ergibt dann den Zusatzstrom Δi_1, gemessen in Skalenteilen Elektrometerausschlag. Darauf wurde Blende I gegen eine andere Blende ausgetauscht und eine ganz analoge Meßreihe ausgeführt.

Aus den ε-Werten vor und nach Messung des Zusatzstromes wurde das Mittel genommen. Ist

ε_{I}	die Schwankung bei Blende I,			ε_{II}	die Schwankung bei Blende II,		
Δi_{I}	der Zusatzstrom	»	» I,	Δi_{II}	der Zusatzstrom	»	» II,
i_{I}	der Gesamtstrom	»	» I,	ε_{II}	der Gesamtstrom	»	» II,

so ist die Schwankung ε_{I}' bei Blende I umgerechnet auf dieselbe Empfindlichkeit der Messung wie bei Blende II:

$$\varepsilon_{I}' = \varepsilon_{I} \cdot \frac{\Delta i_{II}}{\Delta i_{I}}.$$

Es fragt sich nun, ob:

$\frac{\varepsilon_{I}'}{\varepsilon_{II}} = \sqrt{\frac{i_{I}}{i_{II}}}$ ist (anisotrope Struktur) oder ob $\frac{\varepsilon_{I}'}{\varepsilon_{II}} = \frac{i_{I}}{i_{II}}$ ist (isotrope Struktur).

§ 10. In den folgenden Tabellen 1 und 2 sind die Resultate bei verschiedenen Blenden eingetragen. Die Bezeichnungen der einzelnen Rubriken sind nach dem Gesagten ohne weiteres verständlich. die ε sind ausgedrückt in Teilen der Elektrometerskala, EE bedeutet die

Tabelle 1. Blende I und II.

Datum	ε'_{I}	ε_{II}	$\frac{\varepsilon'_{I}}{\varepsilon_{II}}$	$\frac{i_{I}}{i_{II}}$	$\sqrt{\frac{i_{I}}{i_{II}}}$	$\frac{\Delta i_{I}}{\Delta i_{II}}$	EE	i_{I}	i_{II}
15. 3. 1910	16.5	16.0	1.03	1.36	1.17	1.13	3920	0.0206	0.0151
16. 3.	10.6	11.3	0.94	1.45	1.20	1.20	2614	0.0146	0.0101
17. 3.	12.3	9.6	1.28	1.42	1.20	1.13	2594	0.0139	0.0098
21. 3.	13.4	15.2	0.88	1.40	1.18	1.11	3133	0.0171	0.0122
22. 3.	12.4	11.9	1.04	1.43	1.20	1.08	3109	0.0171	0.0120
23. 3.	11.7	14.5	0.81	1.39	1.18	1.18	3128	0.0171	0.0123
28. 3.	12.8	12.0	1.07	1.40	1.18	1.15	3109	0.0168	0.0120
30. 3.	12.5	12.5	1.00	1.45	1.20	1.10	3089	0.0168	0.0116
Mittel....	—	—	1.01	1.41	1.19	—	—	—	—

[1] Über die Berechnung von ε vgl. meinen Bericht a. a. O.

Tabelle 2. Blende I und III.

Datum	ϵ'_{I}	ϵ_{III}	$\frac{\epsilon'_{I}}{\epsilon_{III}}$	$\frac{i_{I}}{i_{III}}$	$\sqrt{\frac{i_{I}}{i_{III}}}$	$\frac{\Delta i_{I}}{\Delta i_{III}}$	EE	i_{I}	i_{III}
23. 3. 1910	14.3	12.0	1.19	1.50	1.23	1.14	3109	0.0171	0.0114
24. 3.	15.4	11.5	1.34	1.50	1.23	1.11	3109	0.0170	0.0113
25. 3.	13.3	10.6	1.25	1.51	1.23	1.14	3114	0.0169	0.0112
28. 3.	11.9	9.0	1.32	1.54	1.24	1.10	3133	0.0169	0.0110
29. 3.	14.6	10.6	1.38	1.48	1.22	1.15	3114	0.0163	0.0110
30. 3.	12.6	10.5	1.20	1.49	1.22	1.00	3094	0.0164	0.0110
Mittel....	—	—	1.28	1.50	1.23	—	—	—	—

Elektrometerempfindlichkeit: Skalenteile pro Volt. Die Zahlen in den Kolumnen für die Gesamtströme sind die reziproken Werte der Aufladezeit in Sekunden, sie sind nur proportional den Strömen[1].

Wie man sieht, stimmen die Werte für das Verhältnis der Schwankungen nahe überein mit der Wurzel aus dem Verhältnis der Gesamtströme, was für die anisotrope Struktur spricht. Allerdings sind ja die Messungen mit erheblichen Fehlern verknüpft. Die einzelnen ε-Werte sind immer aus 200 Beobachtungen berechnet und haben eine Genauigkeit von etwa 15 bis 20 Prozent. Die Mittelwerte sind natürlich bedeutend genauer. Der Mittelwert von Tabelle 1, zu dem über 4000 Beobachtungen verwandt sind, mag auf etwa 10 Prozent genau sein.

§ 11. Wie Beobachtungen mit noch kleineren Blenden zeigten, schirmten die Blenden nicht vollkommen ab, sondern es gingen auch noch γ-Strahlen durch ihre Wandungen hindurch. Um dieses zu vermeiden, wurde folgende Anordnung getroffen. Die »Elektrometerkugel« wurde in der Mitte durchgeschnitten, so daß zwei Quadranten entstanden. Die einzelnen Teile wurden gut gegeneinander mit Bernstein isoliert. Bei konstantem Einsatze einer Blende wurde dann die Schwankung gemessen, wenn 1. beide Quadranten mit dem Elektrometer verbunden waren: ε_{G}, 2. wenn es nur der eine Quadrant war: ε_{H}. Man konnte so den Raumwinkel, in den die γ-Strahlen in den wirksamen Teil des Kondensators eintraten, verändern. Eine Bestimmung mit dem Harmsschen Kondensator zeigte, daß durch Ab- oder Zuschalten des einen Quadranten die gesamte Kapazität der Anordnung nicht merklich verändert wurde. Ebenso, wie in § 9 beschrieben, wurden auch hier die Zusatzströme Δi_{G} und Δi_{H} gemessen. Unter ε'_{G} ist verstanden:

$$\varepsilon'_{G} = \varepsilon_{G} \cdot \frac{\Delta i_{H}}{\Delta i_{G}}.$$

[1] Nur solche Werte von i sind ohne weiteres miteinander vergleichbar, die bei derselben Elektrometerempfindlichkeit gemessen wurden.

Tabelle 3 enthält die Resultate.

Tabelle 3. Geteilte Elektrometerkugel.

Datum	ε'_G	ε_H	$\frac{\varepsilon'_G}{\varepsilon_H}$	$\frac{i_G}{i_H}$	$\sqrt{\frac{i_G}{i_H}}$	$\frac{\Delta i_G}{\Delta i_H}$	EE	i_G	i_H	Blende
6. 4. 1910	11.5	8.8	1.31	1.92	1.39	1.17	3094	0.0167	0.00868	Nr. I
7. 4.	13.0	8.1	1.60	1.93	1.39	1.15	3099	0.0174	0.00903	»
8. 4.	14.0	8.8	1.59	1.89	1.38	1.21	3104	0.0174	0.00920	»
8. 4.	16.4	9.7	1.69	1.89	1.38	1.18	3104	»	»	»
8. 4.	15.2	10.5	1.45	1.89	1.38	1.18	3104	»	»	»
10. 4.	10.6	8.0	1.33	1.82	1.35	1.27	3985	0.0224	0.0123	»
10. 4.	15.6[1]	13.5	1.36	1.82	1.35	1.30	3985	»	»	»
7. 4.	11.4	9.4	1.21	1.91	1.38	1.14	3094	0.0126	0.00660	Nr. II
Mittel	—	—	1.44	1.88	1.38	—	—	—	—	—

Das Gesamtmittel von $\frac{\varepsilon'_G}{\varepsilon_H}$ stimmt wiederum recht gut mit $\sqrt{\frac{i_G}{i_H}}$ überein, wie es bei anisotroper Struktur sein sollte.

§ 12. Auch nach einer Differentialmethode wurden dieselben Messungen ausgeführt. Es wurde zu diesem Zwecke auch die »Spannungskugel« geteilt, der eine Quadrant in der Höhe verschiebbar angebracht und Spannungskugel und Elektrometerkugel so einander gegenübergestellt, daß ihre Teilungsschnitte einander parallel waren. Die eine Hälfte der Spannungskugel wurde auf +1000 Volt, die andere auf —1000 Volt geladen, und der justierbare Teil der Kugel so eingestellt, daß der Gesamtstrom nahe Null war. Es wurden dann nach demselben Schema wie früher die Schwankungen gemessen, einmal, wenn nur die eine Hälfte der Elektrometerkugel mit dem Elektrometer verbunden war: ε_H, dann, wenn beide Hälften es waren: ε_G. Wie leicht zu ersehen, sollte bei isotroper Struktur $\varepsilon_G = 0$ sein, bei anisotroper aber sollte, da die Ionisationen in den verschiedenen Teilen des Kondensators voneinander unabhängige Ereignisse sind:

$$\varepsilon_G = \sqrt{2}\cdot\varepsilon'_H \quad \text{oder} \quad \frac{\varepsilon_G}{\varepsilon'_H} = \sqrt{2} = 1.41 \text{ sein}^2.$$

In Tabelle 4 sind die Werte zusammengestellt. Da das elektrische Feld im Kondensator C bei diesen Differentialversuchen eine andere,

[1] Bei diesem Versuche wurden die Ablesungen nicht von 5″ zu 5″ gemacht, sondern die Umkehrpunkte der Elektrometernadel beobachtet.

[2] Vgl. K. W. F. KOHLRAUSCH, Sitzungsber. der Wiener Akad. 115, Abt. IIa, 673. 1906. Unter ε'_H ist verstanden: $\varepsilon'_H = \varepsilon_H \cdot \frac{\Delta i_G}{\Delta i_H}$.

weniger günstige Form hatte als in den Versuchen von § 10 und § 11, sind die Werte für ε kleiner. In der Tabelle ist ε in Zehntelskalenteilen ausgedrückt.

Tabelle 4. Differentialmethode.

Datum	ε'_H	ε_G	$\frac{\Delta i_H}{\Delta i_G}$	$\frac{\varepsilon_G}{\varepsilon'_H}$	EE
12. 4. 1910	29	42	2.36	1.45	3969
12. 4.	30	54	2.39	1.80	3949
13. 4.	20	23	2.23	1.15	3113
13. 4.	20	28	2.41	1.40	3098
14. 4.	19	26	2.52	1.37	4054
14. 4.	26	41	2.45	1.58	4004
15. 4.	24	29	2.66	1.21	3949
15. 4.	26	49	2.74	1.88	3979
16. 4.	19	26	2.53	1.37	3969
16. 4.	26	51	2.61	1.96	3934
18. 4.	23	31	2.29	1.35	3939
Mittel....	—	—	—	1.50	—

Wie man sieht, stimmt der Mittelwert $\frac{\varepsilon_G}{\varepsilon'_H} = 1.50$ sehr gut überein mit dem aus der anisotropen Struktur folgenden Wert 1.41. Um es nochmals hervorzuheben: bei Isotropie sollte dieser Mittelwert Null sein. Zur Beurteilung der Genauigkeit mag angegeben werden, daß der Tabelle 4 über 5700 Beobachtungen zugrunde liegen.

§ 13. Man könnte nun den Einwurf erheben, daß die beobachteten Schwankungen überhaupt nicht den γ-Strahlen, sondern Schwankungen in den Werten der Ionisierungskonstanten C bzw. K zuzuschreiben sind[1]. D. h. mit anderen Worten, die Schwankungen könnten herrühren 1. von Schwankungen in der Ionisation des Gases, als eines atomistisch konstituierten Mediums[2], 2. könnten aber auch die Schwankungen hervorgerufen sein durch die korpuskular konstituierte Sekundärstrahlung im Kondensator. Um diesen Einwurf zu entkräften, dienten folgende Kontrollversuche. Es wurden bei konstantem Öffnungswinkel der Blende I die Schwankungen gemessen, 1. wenn in die Elektrometerkugel eine eng anliegende Aluminiumhalbkugel von 0.25 mm Dicke eingesetzt war und der Gasinhalt aus

---

[1] Die Schwankungen des Brosonwiderstandes kommen deswegen nicht in Betracht, weil der durch ihn fließende Strom nur ein kleiner Bruchteil seines Sättigungsstromes ist.

[2] Etwa ähnliche Schwankungen, wie ich sie kürzlich bei der Stoßionisation beschrieben habe. Vgl. E. Meyer, Phys. Zeitschr. 11, 215, 1910.

Luft bestand: ε_E, 2. wenn die Aluminiumkugel entfernt und der ganze Kondensator mit CO_2 gefüllt wurde: ε_M. Im ersten Falle hat man dem zweiten Falle gegenüber sowohl verminderte Sekundärstrahlung als auch geringere Ionisation des Gases. Es gelang auf diese Weise, die Ströme $i_M : i_E$ im Verhältnis von etwa 1.9 zu verändern. Ein Versuch mit Einsatz der Al-Kugel, aber in beiden Fällen Luft, ergab $\frac{i_M}{i_E} = 1.26$. Ist das in § 10 bis § 12 angegebene Resultat richtig, so sollte man folgendes erwarten. Das Verhältnis der Schwankungen müßte, da die in dem Kondensator pro Zeiteinheit sich bemerkbar machende Anzahl Elementarprozesse dieselbe bleibt, gleich dem Verhältnis der Gesamtströme sein, denn es gilt jetzt:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{C_1 e \sqrt{Z}}{C_2 e \sqrt{Z}} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{i_1}{i_2}\,.$$

Tabelle 5 gibt die Resultate. Die Bezeichnungen der einzelnen Rubriken sind ohne weiteres verständlich. Nur Kolumne 11 bedarf der Erläuterung. Es ist

$$\frac{\varepsilon_M'}{\varepsilon_E}\ \text{red.} = \frac{\varepsilon_M'}{\varepsilon_E}\left(1.91 \cdot \frac{i_E}{i_M}\right).$$

Also $\frac{\varepsilon_M'}{\varepsilon_E}$ ist in Kolumne 11 umgerechnet auf ein Verhältnis $\frac{i_M}{i_E} = 1.91$.

Tabelle 5. Kontrollversuche.

Datum	ϵ'_M	ϵ_E	$\frac{\epsilon'_M}{\epsilon_E}$	$\frac{i_M}{i_E}$	$\sqrt{\frac{i_M}{i_E}}$	$\frac{\Delta i_M}{\Delta i_E}$	EE	i_M	i_E	$\frac{\epsilon'_M}{\epsilon_E}$ red.	Bemerkungen
19. 4. 1910	13.5	10.1	1.34	1.29	1.14	1.22	3999	0.0207	0.0161	1.98	in beiden Fällen Luft
22. 4.	16.9	9.5	1.78	1.91	1.38	1.41	3909	0.0303	0.0159	1.78	Luft — CO_2
23. 4.	18.7	8.5	2.20	1.91	1.38	1.22	3869	0.0298	0.0156	2.20	" — "
24. 4.	17.4	9.2	1.89	1.84	1.36	1.38	3884	0.0290	0.0158	1.96	" — "
25. 4.	20.9	12.5	1.67	1.85	1.36	1.29	3884	0.0298	0.0161	1.72	" — "
26. 4.	14.2	10.9	1.23	1.24	1.11	1.17	3860	0.0195	0.0157	1.89	in beiden Fällen Luft
Mittel ...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.92	

Der Mittelwert von $\frac{\varepsilon_M'}{\varepsilon_E}$ red. $= 1.92$ stimmt sehr gut mit dem theoretischen Werte 1.91 überein. Die etwa durch die Gasionisation oder die Sekundärstrahlung auftretenden Schwankungen sind daher **klein** gegenüber den Schwankungen der γ-Strahlen.

Die Kontrollmessungen der Tabelle 5 sprechen auch deshalb sehr gewichtig für die Richtigkeit des gefundenen Resultates, weil die Größe der Fehlerquellen dieselbe ist wie bei den früheren Messungen; zum

Vergleiche mit den früheren Versuchen sind in Tabelle 5 noch die Werte für $\sqrt{\frac{i_M}{i_E}}$ angegeben.

§ 14. Zusammenfassung. Es liegt in der Natur der Schwankungsmessungen begründet, daß das Resultat bei der verhältnismäßig geringen Anzahl Beobachtungen (im ganzen wurden etwa 30000 Ablesungen gemacht) noch mit großen Fehlern (etwa 10 Prozent) behaftet ist. Trotzdem[1] glaube ich den Schluß ziehen zu müssen, daß man es bei der γ-Strahlung des Radiums mit einer stark anisotropen Struktur (wie sie in § 4 definiert ist) zu tun hat. Da das Gesetz $\frac{\varepsilon_{\mathrm{I}}}{\varepsilon_{\mathrm{II}}} = \sqrt{\frac{i_{\mathrm{I}}}{i_{\mathrm{II}}}}$ nahe befolgt wird, so ergibt sich weiter, daß bei einem Elementarprozesse der γ-Strahlaussendung die Ausdehnung des mit Energie gefüllten Volumens, senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung der Energie, klein sein muß gegenüber den Abmessungen des Kondensators C.

Es wäre möglich, daß das angegebene Resultat nur Gültigkeit für den Fall hat, wenn die Entfernung zwischen Strahlungsquelle und Kondensator klein ist. Sobald mir wieder ein Radiumpräparat zur Verfügung stehen sollte, habe ich darauf bezügliche Untersuchungen geplant.

Hr. Geheimrat Prof. Dr. H. Rubens hatte die große Liebenswürdigkeit, mir das in den beschriebenen Versuchen verwandte starke Radiumpräparat zu leihen. Hierdurch wurde es mir ermöglicht, die Untersuchung auszuführen. Es ist mir eine angenehme Pflicht, Hrn. Rubens für seine Güte meinen besten Dank auszusprechen.

[1] Es sind bedeutend mehr Versuche, als hier der Kürze halber angegeben sind, angestellt worden. Diese sollen an anderer Stelle mit weiteren Einzelheiten veröffentlicht werden.

Ausgegeben am 30. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE 1910.

XXXIII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

30. Juni. Öffentliche Sitzung zur Feier des Leibnizischen Jahrestages.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

Der Vorsitzende eröffnete die Sitzung mit folgender Ansprache:

Das Jahr, mit dem die erste Dekade des angebrochenen Säkulums ihr Ende erreicht, weckt, wenn wir um ein und zwei Jahrhunderte den Blick zurückwenden, bedeutungsvolle Erinnerungen, nicht nur für unsere Akademie, sondern auch für deren Mutterland, unser Preußen.

Ich habe zur Eröffnung der heutigen Festsitzung, die wesentlich dem ehrenden Gedächtnisse unserer seit dem letzten Leibniztage aus dem Leben geschiedenen Mitglieder gewidmet sein wird, nur eine kurze Spanne Zeit zur Verfügung, denn der Tod hat öfters als seit langem seine Opfer aus unseren Reihen gewählt. So möchte ich denn in Kürze bei diesen Erinnerungen verweilen. Da sie erhebender und freudiger Art sind, mögen sie auch die wehmütigen Empfindungen, die das Gedenken an die Abgeschiedenen wecken muß, milder stimmen.

Am Leibniztage soll unser wissenschaftlicher Stifter nicht vergessen sein. Blicken wir zweihundert Jahre zurück, so kommen wir zu dem Jahre, in welchem zwar nicht sein bedeutendstes, aber vielleicht seinerzeit am meisten verbreitetes und gelesenes Werk, die Theodicee, erschienen ist. Sie wurde zuerst 1710 in Amsterdam verlegt. Für uns hat das Werk noch ein besonderes Interesse, als es wohl wesentlich auf Veranlassung der ersten preußischen Königin, der geistreichen Sophie Charlotte, zur Herausgabe gelangt ist. Leibniz spricht sich in einem Briefe an den schwedischen Kanzler des Herzogtums Zweibrücken, de Greiffencranz, selbst dahin aus, daß das im wesentlichen gegen den berühmten französischen Freidenker Bayle, den Zeitgenossen von Leibniz, gerichtete Werk aus Gesprächen mit der Königin über die Bayleschen Bücher entstanden sei. Es heißt in dem aus

Hannover vom 2. Mai 1715, also kurz vor Leibnizens Tode, datierten Briefe:

« Je vous dirai, Monsieur, que la feue Reine de Prusse a donné occasion à cet ouvrage, car étant quelques fois plusieurs mois d'esté avec elle à Lizenbourg, maison de campagne près de Berlin, qu'on nomme maintenant Charlottenbourg, Elle se faisait lire en ma presence des passages croustilleux des ouvrages de M. Bayle, qui contiennent mille choses curieuses et agréables, mais on il fait des objections contre la providence et contre d'autres articles de la Théologie naturelle, et moy je tachais d'y repondre. Et comme mes reponses ne deplaisoient à Sa M^{te}, elle voulait de temps en temps, que je les misse par écrit. C'étaient plusieurs lambeaux que j'ay cousus ensemble pour en faire un ouvrage à l'exhortation des amis qui en avoient connoissence. »

Diese Entstehungsgeschichte erklärt, wie Leibniz an anderen Stellen von dem Werke wie von einem »tissu« spricht und ihm beim Druck den bescheidenen Titel »Essai de Théodicée« gibt. Das Wort »Théodicée erklärt er selbst als »doctrine de la justice de Dieu«. In der Tat gipfelt ein großer Teil des Werkes in dem Versuche, die Einwände zu widerlegen, die man aus der Existenz des Üblen und Bösen in der Welt, namentlich des unverdienten Üblen, gegen die Vorstellung von der Allgüte und Allgerechtigkeit Gottes erhoben hat.

Leibniz selbst gibt in dem erwähnten Briefe, der in mehrfacher Beziehung recht interessant ist, an, daß das Werk von den verschiedensten Seiten und Konfessionen beifällig aufgenommen worden sei, und wir wissen aus den Berichten der Zeitgenossen, daß es seinerzeit in allen gebildeten Kreisen mit großem Interesse gelesen wurde, denn zu Beginn des 18. Jahrhunderts war die Beschäftigung mit religiösen und philosophischen Fragen eine sehr lebhafte. Wir werden dadurch an die gleiche Erscheinung in unseren Tagen erinnert, in denen öffentliche Erörterungen und Kundgebungen solcher Fragen auf der Tagesordnung stehen und viel weiter gezogene Kreise erregen, als das früher der Fall sein konnte. Möchten nur — der Wunsch drängt sich wohl uns allen auf — diese Diskussionen und Kundgebungen von derselben Urbanität begleitet sein, wie sie die Polemik unseres großen Stifters auszeichnet!

Aber ich möchte Leibnizens Andenken nicht verlassen, ohne des Umstandes zu gedenken, daß auch gerade im Jahre 1710 seine ersten und einzigen Veröffentlichungen, die er der Akademie, seiner Schöpfung, zugewendet hat, in deren Publikationsorgane, den »Miscellanea Berolinensia«, erschienen sind. Es sind zwölf kurze Mitteilungen; sie haben

erst jüngst in unserer letzten Friedrichssitzung durch Hrn. Harnack ihre wohlverdiente Würdigung erfahren.

Wir rücken unsere Betrachtung um ein Jahrhundert weiter vor, auf 1810. Dieses Jahr ist unzweifelhaft eins der bedeutendsten in der Geschichte Preußens, und zwar auf kulturellem Gebiete. Schöpfungen, zum Teil größter Art, zum Teil bescheidenerer Wertung, die heute noch in vollster Blüte stehen und sich kräftig weiterentwickeln, sind in diesem denkwürdigen Jahre mehrfach entstanden und zeigen, daß Preußen wieder erstarkt war und sich selbst wiedergefunden hatte, so daß auch ein reges geistiges Leben in dem äußerlich noch niedergehaltenen Staate zu pulsieren beginnen konnte.

In erster Linie soll einer der wichtigsten organisatorischen Umgestaltungen gedacht werden, die unsere Akademie erfahren hat, die Errichtung von vier Sekretariatsstellen, wie sie noch heute bestehen, statt der bisherigen einen. Die Akademie hat sich nicht selbst zu diesem bedeutenden Fortschritte in ihrer inneren Organisation aufgerafft, sondern Wilhelm von Humboldt, dem wir in der Kulturentwicklung unseres Staates so vieles verdanken, hat dabei, und zwar recht eindringlich, die Vorsehung gespielt. Wir danken es ihm heute. Aus der Wahl gingen als erste Sekretare der neuen Ordnung hervor: Paul Erman und Tralles für die damals noch getrennten beiden Abteilungen der jetzigen physikalisch-mathematischen Klasse, Ancillon jun. und Spalding für die gleichfalls noch getrennten beiden Abteilungen der heutigen philosophisch-historischen Klasse. Ihnen folgten — denn es mag gestattet sein, in diesem Jahre so mancher Zentenarerinnerungen auch unserer dahingeschiedenen Sekretare zu gedenken — in der physikalisch-mathematischen Klasse: Encke, Ehrenberg, Kummer und du Bois-Reymond; in der philosophisch-historischen: Buttmann, Schleiermacher, Böckh, Wilken, von Raumer, Trendelenburg, Haupt, Curtius und Mommsen.

Von den Erinnerungen an Leibniz und an die Vergangenheit der Akademie lenke ich den Blick auf die neuen kulturellen Schöpfungen, die in Berlin im Jahre 1810 entstanden sind. Gewiß ist es nicht ohne Bedeutung und ein Symptom des wiedererstarkenden inneren Lebens, daß in diesem Jahre zwei medizinische Gesellschaften, welche noch heute in voller Blüte stehen und eine gesunde Fortenwicklung zeigen, gegründet worden sind, die Hufelandische Gesellschaft und die Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. An der Spitze beider standen Mitglieder der Akademie: Hufeland bei der Gesellschaft, die seinen Namen trägt, Klaproth, der Chemiker, und Rudolphi, der Anatom, bei der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Bis auf den heutigen Tag zählen beide Gesellschaften Mitglieder der Akademie

der Wissenschaften zu den Ihrigen; es sei gestattet, bei der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde nur noch Johannes Müller zu nennen. Vor wenigen Monaten konnten beide Gesellschaften in voller Frische ihre Hundertjahrfeier begehen, gewiß ein Zeichen gesunder Gründung und gesunden Lebens! — Das Jahr 1810 ließ aber auch zwei der größten wissenschaftlichen Anstalten ihrer Art in der Welt entstehen, die Kriegsakademie als Schöpfung Scharnhorsts und die Universität als Schöpfung Wilhelm von Humboldts.

Indem die Alten neben den Ares die Athene stellten, zeigten sie, daß sie sich wohl bewußt waren, wie zu dem rauhen, gewalttätigen Waffenhandwerk auch die Wissenschaft, und zwar an entscheidender Stelle, gehört. Indem Friedrich Wilhelm III. für beide Faktoren des Staates, für die Wehrkraft und für die Friedensarbeit, gleichzeitig höchste Stätten wissenschaftlicher Fortentwicklung schaffen ließ, wurde damit gleichsam sanktioniert, daß der Staat über dem einen das andere nicht vergessen soll. Und an dieser Stelle darf ich heute wohl daran erinnern, daß auch Mitglieder der Akademie der Wissenschaften Beziehungen zur Kriegsakademie hatten, unter anderen Lejeune Dirichlet, und daß Moltke, in dem sich der Sinn der Kriegsgöttin gleichsam verkörperte, mehrfach seinen Ehrenplatz in unserer Mitte eingenommen hat.

Vor allem aber ziemt es uns den Blick zu der erhabenen Friedensstiftung zu wenden, die auch unsere Friedensanstalt stets mit frischem Blute versorgt und verjüngt, zur Universität, zur Alma mater Friderica-Guilelma! Nur wenige Monde trennen uns noch von den Tagen, an denen sie ihre Hundertjahrfeier zu begehen sich rüstet. Wem mehr als uns wäre es liebe und heilige Pflicht, ihr dazu die Glückwünsche darzubringen. Unsere heutige Festversammlung ist die letzte, die wir vor der Zentenarfeier der Universität abhalten, und so darf es uns wohl anstehen, ihr zum guten und fröhlichen Gelingen der Feier einen Glücksruf voraufzusenden: Mein letztes Wort heute sei denn an sie gerichtet mit dem alten guten Spruche: Quod bonum felix faustumque eveniat!

Es folgte die Antrittsrede des seit der Leibniz-Sitzung 1909 neu eingetretenen Mitgliedes Hrn. Lüders, welche von Hrn. Diels beantwortet wurde.

Antrittsrede und Erwiderung.

Antrittsrede des Hrn. Lüders.

Eine indische Philologie besteht in Deutschland seit den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts. Was vor dieser Zeit geleistet ist, sind Versuche. Der Zufall entschied bei der Auswahl der Texte, und

man las sie weniger ihres Inhalts als der Sprache wegen. Erst die Entdeckung des Veda gab ein festes Ziel und schuf damit eine Wissenschaft. Der Veda absorbierte alles Interesse. In ihm sah man das älteste Denkmal indogermanischen Geistes. Man glaubte an der Wiege unserer Ahnen zu stehen, das Stammeln der Söhne der Natur zu vernehmen, und fruchtbringenden Tag verheißend, schien sich die Morgenröte einer neuen Wissenschaft, der vergleichenden Mythologie, zu erheben. Auch die Schwierigkeiten der vedischen Sprache schreckten nicht. Mit Hilfe der immer mehr erstarkenden vergleichenden Sprachwissenschaft glaubte man alle Rätsel spielend zu lösen. Es war die Jugendzeit unserer Wissenschaft, die Zeit, da man geneigt ist, etwas romantisch zu schwärmen und Riesenkräfte zu haben wähnt. Der Umschwung begann gegen das Ende der siebziger Jahre. Unter den Männern, die ihn herbeiführten, sind mehrere noch am Leben. Ich will hier nur der beiden gedenken, die uns der Tod zu früh entrissen hat und die in erster Linie stehen, Georg Bühlers und dessen, der mir in der stillen hügelumkränzten Universitätsstadt ein Lehrer und dann durch manche Jahre ein treuer Freund gewesen ist, Franz Kielhorns. Beiden war es beschieden, in Indien selbst die einheimische Wissenschaft kennen zu lernen, wie sie anderseits die Inder mit den Methoden europäischer Gelehrsamkeit bekannt machten und insbesondere zu Ausgaben klassischer Texte anregten. Die Wirkung blieb nicht aus. Sie zeigte sich einmal in der Erweiterung des Arbeitsgebietes; neben den Veda tritt nun die klassische und mehr und mehr die wissenschaftliche Literatur. Das tiefere Eindringen in diese Literatur ist aber weiter vor allem auch der vedischen Forschung zugute gekommen. Es hat zu einer gerechteren Würdigung der Tradition geführt, die man bis dahin im besten Falle als überflüssig behandelt hatte. Auch jetzt noch ist der Kampf um Sāyaṇa nicht verstummt; sein Zeugnis aber prinzipiell vor der Verhandlung als das »des schwachsinnigen Guru von Śṛṅgeri« abzulehnen, werden jetzt wohl nur wenige wagen. Ein nicht minder wichtiges Hilfsmittel für die Deutung des Veda ist die klassische Literatur selbst geworden. Niemand wird heute mehr bestreiten, daß der Veda ein indisches Produkt und nur aus indischen Anschauungen heraus zu verstehen ist. Indisches Denken und Empfinden aber, das von dem unsern weltenweit verschieden ist, können wir nur durch ein intensives Studium der späteren Literatur erwerben. Nur hier, wo wir an der Hand der einheimischen Kommentare, die uns den Verkehr mit den Pandits ersetzen müssen, haarscharf jeden Begriff bestimmen, jeden Satz in der vollen Bedeutung erfassen können, nur hier können wir das philologische Rüstzeug erwerben, das uns befähigen wird, dereinst auch den Veda zu bezwingen.

Das sind die Prinzipien, die aufs schärfste der Mann vertreten hat, als dessen Nachfolger ich in Ihre Mitte aufgenommen bin, und daß es mir vergönnt sein möge, in Zukunft in größerem Maße, als ich es bis jetzt gekonnt, sie als richtig zu erweisen, ist mein sehnlichster Wunsch.

Bühler und Kielhorn haben uns noch ein zweites Gebiet erschlossen, ohne allerdings gerade in Deutschland viele Nachfolger zu finden, die indische Epigraphik. Man hat oft über den Mangel an Geschichtsquellen, an genauen Daten in Indien geklagt, und stille Resignation spricht aus dem bekannten Worte, daß alle chronologischen Ansätze in der indischen Altertumswissenschaft nur Kegel seien, die man aufstelle, um sie wieder umzuwerfen. Wir sind heute weniger pessimistisch. Die Geschichte Indiens steht auf den Steinen und Kupfertafeln geschrieben, von denen der Zufall und systematische Ausgrabung alljährlich neue zutage fördern, und mit ihrer Hilfe haben wir doch schon manche Landmarke einschlagen können, die unverrückbar feststeht für alle Zeiten. Die politische Geschichte beruht fast ausschließlich auf den Inschriften, aber auch die Religions- und Literaturgeschichte zieht aus ihnen reichsten Gewinn. Die kurze Inschrift des Heliodoros, des Sohnes des Dion, der in Vidiśā ein Garuḍa-Banner errichtete, erhellt mit einem Schlage die Geschichte der Kṛṣṇa-Religion im zweiten Jahrhundert v. Chr. Die Lebenszeit eines Dichters wie Māgha, für die die Ansätze um mehr als 300 Jahre schwankten, ist erst durch eine Inschrift fest bestimmt. Und wie so manche Behauptung, so mancher bei der Lampe erklügelte Beweis wäre nie aufgestellt, wenn ihr Urheber sich die Mühe genommen hätte, vorher die Inschriften zu befragen. Die Kenntnis der Inschriften zu erweitern und ihre Ergebnisse für die Forschung zu verwerten, werde ich daher auch künftig als meine Aufgabe betrachten.

Zu den Inschriften sind in neuester Zeit als unmittelbare Zeugen indischen Altertums die Handschriften getreten, die aus den Trümmerstätten Zentralasiens wieder ans Licht kommen und von denen durch die Umsicht und Energie Pischels ein reicher Anteil auch zu uns gelangt ist. Das Geschick hat es Pischel nicht vergönnt, die Ernte selbst zu halten. Welche Bedeutung diese Handschriften, die Papyri Ostasiens, für die indische Philologie einst gewinnen werden, läßt sich zur Zeit noch gar nicht übersehen. Ich will es als ein gutes Omen betrachten, daß der erste Fund, der mir selbst geglückt ist, die Geschichte eines der interessantesten Zweige der indischen Literatur, des Dramas, um vier Jahrhunderte erweitert.

Ich will hier nicht von den übrigen großen Aufgaben reden, die unserer Philologie vor allem auf dem Gebiete des Buddhismus, der Jaina-Religion und der Erforschung der indischen Volkssprachen ge-

stellt sind; nur eines noch drängt es mich zu erwähnen, weil es mir seit Jahren am Herzen liegt, die kritische Ausgabe des Mahābhārata, das, mehr als ein Epos, fast ein Kompendium des Glaubens und Wissens des indischen Mittelalters und nächst dem Ṛgveda das wichtigste Literaturdenkmal ist, das Indien hervorgebracht hat. Bei dem Umfang des Werkes, der ungefähr das zwölffache der Ilias beträgt, bei der Vielfältigkeit der Rezensionen, in denen es uns überliefert ist, würde die Kraft des einzelnen dieser Aufgabe gegenüber erlahmen. Hier bedarf es des Zusammenwirkens vieler zu gemeinsamem Ziele, und dankbare Anerkennung zollen wir der tätigen Fürsorge, die uns die vereinigten Akademien haben angedeihen lassen.

Dem Auge des einzelnen schwer übersehbar, dehnt sich die mehr als drei Jahrtausende umspannende indische Literatur, und weite Strecken sind von wissenschaftlicher Forschung noch kaum berührt. Da ist es begreiflich, daß der einzelne oft geneigt ist, sein Arbeitsgebiet eng zu umgrenzen. Die einheimische Wissenschaft sah und sieht darin noch heute ihr Ideal und eine Quelle der Überlegenheit über die westliche Wissenschaft. Wir wollen die Vorzüge dieser isolierenden Richtung auf dem Gebiete des speziellen Śāstra gern anerkennen. Unser Ziel aber muß doch die Erkenntnis des indischen Kulturlebens in seinem historischen Zusammenhange sein, in seiner Gesamtentwicklung von Aśoka bis Kṛṣṇarāya von Vijayanagara, vom Ṛgveda bis zum Bhāgavatapurāṇa. Ich habe mich bemüht, dieses Ziel nie aus den Augen zu verlieren, beim Studium wie beim Unterricht und bei eigenem Schaffen stets vom Besonderen zum Typischen, vom Kleinen und Kleinsten zum Großen vorzudringen. Wohl bin ich mir bewußt, dabei bis jetzt mehr ein Lernender und Empfangender als ein Geber gewesen zu sein. Um so mehr habe ich der Akademie für das Vertrauen zu danken, das sie mir durch meine Wahl erwiesen hat. Ich werde mich bestreben, es zu rechtfertigen.

Erwiderung des Sekretars Hrn. Diels.

Geehrter Herr Kollege!

Als wir die Ehre hatten, in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1903 Ihren Vorgänger, Richard Pischel, als neueingetretenen Akademiker zu begrüßen, konnte niemand von uns ahnen, daß sein reiches Wirken in unserer Mitte so bald einen jähen, beklagenswerten Abschluß finden würde. Noch zittert der tiefe Schmerz um den herben Verlust in aller Herzen nach, aber er wird doch gemildert, wenn wir Sie, Hr. Lüders, an seiner Stelle sehen dürfen.

Auch Sie gehören wie Pischel und Ihr spezieller Lehrer Kielhorn der Richtung der indischen Philologie an, welche die innigste Fühlung mit der heimischen Tradition gesucht und gefunden hat. Ausgerüstet mit den drei Kennzeichen der Göttinger Schule, mit der intimen Kenntnis der indischen Gelehrtentradition, mit eindringendster Sprachkenntnis und mit der Beherrschung der epigraphischen Technik, die im fließenden Nebel der indischen Geschichte und Literatur immer mehr feste Punkte zu unterscheiden lernt, haben Sie durch Ihre Forschungen gezeigt, daß Sie trotz der unendlichen Differenzierung der indischen Literatur nach Dialekten und Gattungen Ihre Wissenschaft nicht nach indischem Vorbilde spezialisieren, sondern als eine organische Einheit fassen wollen.

Außer den Zielen, die Ihnen Ihre eigene Neigung setzen wird, verlangt die Gemeinschaft, in die Sie eingetreten sind, Ihre tätige Mithilfe auch für ihre allgemeineren Zwecke. So zur Bewältigung der erstaunlichen Turfanfunde, wo Ihrem Spürsinne sofort eine Entdeckung ersten Ranges gelungen ist, die Entzifferung von Dramenszenen in Sanskrit und Volksdialekten, die etwa fünf Jahrhunderte vor den bisher bekannten ältesten Dramen Kālidāsas liegen. Besonders wichtig aber wird Ihre Hilfe werden zur Bewältigung der gewaltigen Mahābhārata-Ausgabe, die von der Assoziation der Akademien in Aussicht genommen worden ist. Dank Ihren Spezialstudien und Vorarbeiten hat diese Unternehmung nunmehr Aussicht, in wirklich zweckentsprechender und wissenschaftlicher Weise angegriffen und ausgeführt zu werden.

Wenn Sie Sich am Schlusse bescheiden als Lernenden bei uns vorstellen, so gilt dies nach Solons Wort von allen Akademikern, auch denen, die nicht mehr, wie Sie, in des Lebens Akme stehen. Aber unsere Körperschaft begrüßt es gerade mit besonderer Freude, daß ihr neuestes Mitglied noch zwanzig Jahre zu dem jetzigen Durchschnittsalter unserer ordentlichen Mitglieder zurückzulegen hat. Wenn die Akademien stolz darauf sind, daß ihr Wirken nicht durch die Begrenztheit der menschlichen Lebensdauer gebunden und beschränkt ist, so müssen sie auch dafür sorgen, daß in ihnen neben dem längst bewährten Alter auch der aufstrebenden Jugend stets ihr gebührendes Recht werde. Sonst droht diesen ehrwürdigen Instituten das Schicksal des Tithonos. Indem wir also Ihre frische Jugendkraft, Hr. Lüders, in unserer Mitte auf das freudigste willkommen heißen, hoffen wir zugleich, daß Sie nicht mehr allzulange unser jüngster Kollege bleiben werden.

Hierauf wurden Gedächtnissreden gehalten von Hrn. Rubens auf Friedrich Kohlrausch, von Hrn. van't Hoff auf Hans Landolt und von Hrn. Rubner auf Robert Koch.

Verleihung der Leibniz-Medaille.

Alsdann verkündigte der Vorsitzende, dass die Akademie die von Sr. Majestät dem Kaiser und König an Allerhöchstseinem Geburtsfeste am 27. Januar 1906 gestiftete Leibniz-Medaille zur Ehrung besonderer Verdienste um die Förderung der Aufgaben der Akademie verliehen habe

a) in Gold: dem Herzog Joseph Florimond von Loubat in Paris:

b) in Silber: dem Oberlehrer Professor Dr. Johannes Bolte in Berlin,
dem Universitäts-Professor Dr. Karl Zeumer in Berlin,
dem Dr. Albert von Le Coq in Berlin,
dem Professor am Königlichen Albert-Gymnasium Dr. Johannes Ilberg in Leipzig,
dem Oberlehrer Professor Dr. Max Wellmann in Potsdam,
dem Directorial-Assistenten der Königlichen Museen in Berlin Professor Dr. Robert Koldewey in Babylon und
dem Professor an der Landwirtschaftlichen Akademie zu Bonn-Poppelsdorf Dr. Gerhard Hessenberg.

Den HH. Bolte, Hessenberg, Ilberg, Koldewey, von Le Coq und Wellmann, welche an der Sitzung Theil nahmen, wurden die Medaillen von dem Vorsitzenden überreicht.

Schliesslich erfolgten Mittheilungen, betreffend eine Akademische Preisaufgabe für 1914 aus dem Gebiete der Mathematik, das Preisausschreiben aus dem Eller'schen Legat, den Preis der Steiner'schen Stiftung, die Preisaufgabe der Charlotten-Stiftung und das Stipendium der Eduard Gerhard-Stiftung.

Akademische Preisaufgabe für 1914 aus dem Gebiete der Mathematik.

Die Akademie stellt für das Jahr 1914 folgende Preisaufgabe:

»Die Classenzahl des allgemeinsten Kreiskörpers soll berechnet und mit der Classenanzahl seiner Divisoren verglichen werden.«

Der ausgesetzte Preis beträgt fünftausend Mark.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italienischer Sprache abgefasst sein. Schriften

die in störender Weise unleserlich geschrieben sind, können durch Beschluss der zuständigen Classe von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen, und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äusserlich zu wiederholen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. December 1913 im Bureau der Akademie, Berlin W 35, Potsdamer Strasse 120, einzuliefern. Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1914.

Sämmtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangene Arbeiten nebst den dazu gehörigen Zetteln werden ein Jahr lang von dem Tage der Urtheilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Preisausschreiben aus dem Eller'schen Legat.

In der Leibniz-Sitzung des Jahres 1904 (30. Juni) hat die Akademie für das Jahr 1910 folgende Preisaufgabe aus dem Eller'schen Legat ausgeschrieben:

»Die Akademie verlangt Untersuchungen über die unsern Süsswasserfischen schädlichen Myxosporidien. Es ist alles, was von der Entwicklung dieser Parasiten bekannt ist, übersichtlich zusammenzustellen und mindestens bei einer Species der vollständige Zeugungskreis experimentell zu ermitteln.«

Bewerbungsschriften, welche bis zum 31. December 1909 erwartet wurden, sind nicht eingegangen; die Akademie will aber die Aufgabe unverändert, und zwar für das Jahr 1914, wiederholen.

Der ausgesetzte Preis beträgt viertausend Mark.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italienischer Sprache abgefasst sein. Schriften, die in störender Weise unleserlich geschrieben sind, können durch Beschluss der zuständigen Classe von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen, und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äusserlich zu wie-

derholen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. December 1913 im Bureau der Akademie, Berlin W 35, Potsdamer Strasse 120, einzuliefern. Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1914.

Sämmtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangene Arbeiten nebst den dazu gehörigen Zetteln werden ein Jahr lang von dem Tage der Urtheilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Preis der Steiner'schen Stiftung.

In der Leibniz-Sitzung am 29. Juni 1905 hat die Akademie für den Steiner'schen Preis zum dritten Male die Aufgabe gestellt:

»Es soll irgend ein bedeutendes, auf die Lehre von den krummen Flächen sich beziehendes, bis jetzt noch nicht gelöstes Problem möglichst mit Berücksichtigung der von J. Steiner aufgestellten Methode und Principien vollständig gelöst werden.«

»Es wird gefordert, dass zur Bestätigung der Richtigkeit und Vollständigkeit der Lösung ausreichende analytische Erläuterungen den geometrischen Untersuchungen beigegeben werden.«

»Ohne die Wahl des Themas einschränken zu wollen, wünscht die Akademie bei dieser Gelegenheit die Aufmerksamkeit der Geometer auf die speciellen Aufgaben zu richten, auf welche J. Steiner in der allgemeinen Anmerkung am Schlusse seiner zweiten Abhandlung über Maximum und Minimum bei den Figuren in der Ebene, auf der Kugelfläche und im Raume überhaupt hingewiesen hat.«

Eine Bearbeitung ist für dieses Thema indes auch diesmal nicht eingegangen, und die Akademie zieht die gestellte Preisaufgabe nunmehr zurück.

Den Statuten der Steiner'schen Stiftung gemäss will die Akademie den frei gewordenen Preis von Sechstausend Mark zur Anerkennung hervorragender Arbeiten aus dem Gesammtbereich der Geometrie verwenden. Derselbe wird zuerkannt dem correspondirenden Mitglied der Akademie Hrn. Gaston Darboux in Paris, Mitglied des Institut de France und ständigem Secretär der Académie des Sciences, für seine ausgezeichneten geometrischen Arbeiten.

Gleichzeitig stellt die Akademie für das Jahr 1915 folgende neue Preisaufgabe:

»Es sollen alle nicht zerfallenden Flächen fünften Grades bestimmt und hinsichtlich ihrer wesentlichen Eigenschaften untersucht werden, auf denen eine oder mehr als eine Schar von im allgemeinen nicht zerfallenden Curven zweiten Grades liegt.«

»Es wird gefordert, dass zur Bestätigung der Richtigkeit und Vollständigkeit der Lösung ausreichende analytische Erläuterungen den geometrischen Untersuchungen beigegeben werden.«

Für die Lösung der Aufgabe wird ein Preis von 7000 Mark ausgesetzt.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italienischer Sprache abgefasst sein. Schriften, die in störender Weise unleserlich geschrieben sind, können durch Beschluss der zuständigen Classe von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen, und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äusserlich zu wiederholen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. December 1914 im Bureau der Akademie, Berlin W 35, Potsdamer Strasse 120, einzuliefern. Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1915.

Sämmtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangene Arbeiten nebst den dazu gehörigen Zetteln werden ein Jahr lang von dem Tage der Urtheilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Preisaufgabe der Charlotten-Stiftung.

Gemäss dem Statut der von Frau Charlotte Stiepel geb. Freiin von Hopffgarten errichteten Charlotten-Sitzung für Philologie hat die Akademie in der Leibniz-Sitzung am 1. Juli 1909 die folgende Preisaufgabe gestellt:

»In den litterarischen Papyri sind so zahlreiche prosodische Zeichen an das Licht getreten, dass das Aufkommen und die Verbreitung der griechischen Accentuation sich verfolgen lässt und die

byzantinische Tradition, die im Wesentlichen noch heute herrscht, controlirt werden kann. Dazu ist die erste und nöthigste Vorarbeit, dass festgestellt wird, in welchen Fällen die antiken Schreiber und Correctoren die Prosodie bezeichnen, und wie sie das thun. Zur Vergleichung müssen mindestens einige sorgfältig geschriebene Handschriften des 9. und 10. Jahrhunderts herangezogen werden. Diese Aufgabe stellt die Akademie. Es bleibt dem Bearbeiter anheimgestellt, inwieweit er die Lehren der antiken Grammatiker heranziehen will, oder andererseits Schlüsse auf die wirkliche Betonung und Aussprache machen.«

Es sind drei Bewerbungsschriften eingegangen, die eine allerdings erst am 1. März, dem Einlieferungstermine, zur Post gegeben; die Akademie hat sie noch angenommen, wird aber in Zukunft in dem Ausschreiben deutlich aussprechen, dass die Bewerbungsschriften am 1. März in die Hände der Akademie gelangen müssen.

Die Arbeit mit dem Motto »τόλμα πρήξιος ἀρχή« kann schon wegen ihres Umfanges und der aphoristischen Behandlung des Themas nicht ernstlich in Betracht kommen.

Die Arbeit mit dem Motto »rem tene, verba sequentur« hat aus vier besonders wichtigen Papyri das gesammte Material geordnet vorgelegt und auch sonst das Wichtigste verarbeitet, auch die grammatische Tradition herangezogen, und die zusammenfassende Darlegung zeugt von ebensoviel Fleiss wie eindringendem Urtheil, wenn sich der Verfasser auch selbst darüber klar ist, dass er in der verfügbaren Zeit nur Unfertiges und Provisorisches liefern konnte. Es werden sich noch manche Schlüsse und Behauptungen bei der nothwendigen Erweiterung und Vertiefung der Arbeit anders stellen.

Ziemlich dasselbe gilt für den Verfasser der Arbeit mit dem Motto »Der kennt den Ernst der Arbeit usw.«. Aber seine Sammlungen sind so weit gediehen, dass er wirklich im Wesentlichen alle in antiken Büchern erhaltenen Accente bereits gesammelt und geordnet vorgelegt hat. Demgemäss erstrecken sich seine Beobachtungen und die Probleme, die er aufwirft, weiter als in der andern Bewerbungsschrift, und wenn auch keine von beiden mehr als Vorarbeiten zu dem Buche liefert, das die von der Akademie bezeichnete Aufgabe lösen soll, so würden sie doch beide als genügend für die Zutheilung des Preises erachtet werden können. Es ist wesentlich das Übergewicht des gesammelten Materials, was die Akademie bestimmt, der Arbeit mit dem Motto »Der kennt den Ernst der Arbeit« den vollen Preis, der mit dem Motto »rem tene« einen Nebenpreis in Höhe einer einjährigen Rate des Hauptpreises zuzuerkennen.

Die nach Verkündung des vorstehenden Urtheils vorgenommene Eröffnung der Namenszettel ergab als Verfasser der mit dem vollen Preise ausgezeichneten Arbeit Hrn. Bernhard Laum, Candidaten des höheren Schulamts, in Strassburg i. E. und als Verfasser der durch den Nebenpreis anerkannten Arbeit Hrn. Hermann Flebbe, Candidaten des höheren Schulamts, in Hannover.

Stipendium der Eduard Gerhard-Stiftung.

Das Stipendium der Eduard Gerhard-Stiftung war in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1909 für das laufende Jahr mit dem Betrage von 2400 Mark ausgeschrieben. Nach jenem Termin wurde noch ein weiterer Betrag von 2400 Mark verfügbar. Von dieser Summe von 4800 Mark sind insgesammt 4600 Mark vergeben, und zwar sind zuerkannt worden:

1. Hrn. Museums-Director Dr. Johannes Boehlau in Kassel zur Fertigstellung seiner mit den Mitteln des Stipendiums ausgeführten Untersuchungen in Pyrrha auf Lesbos 600 Mark;

2. Hrn. Dr. Herbert Koch in Rom zu Reisen und Studien für eine Geschichte des archaischen Kunstgewerbes in Campanien 2000 Mark;

3. Hrn. Dr. Fritz Weege in Bonn zur Aufnahme der Malereien in der Neronischen Domus Aurea und zum Studium und zur Aufnahme alter Handzeichnungen nach diesen Malereien, besonders in Windsor und Eton 2000 Mark.

Für das Jahr 1911 wird das Stipendium mit dem Betrage von 2600 Mark ausgeschrieben. Bewerbungen sind vor dem 1. Januar 1911 der Akademie einzureichen.

Nach § 4 des Statuts der Stiftung ist zur Bewerbung erforderlich:

1. Nachweis der Reichsangehörigkeit des Bewerbers;
2. Angabe eines von dem Petenten beabsichtigten durch Reisen bedingten archäologischen Planes, wobei der Kreis der archäologischen Wissenschaft in demselben Sinn verstanden und anzuwenden ist, wie dies bei dem von dem Testator begründeten Archäologischen Institut geschieht. Die Angabe des Planes muss verbunden sein mit einem ungefähren sowohl die Reisegelder wie die weiteren Ausführungsarbeiten einschliessenden Kostenanschlag. Falls der Petent für die Publication der von ihm beabsichtigten Arbeiten Zuschuss erforderlich erachtet, so hat er den voraussichtlichen Betrag in den Kostenanschlag aufzunehmen, eventuell nach ungefährem Überschlag dafür eine angemessene Summe in denselben einzustellen.

Gesuche, die auf die Modalitäten und die Kosten der Veröffentlichung der beabsichtigten Forschungen nicht eingehen, bleiben un-

berücksichtigt. Ferner hat der Petent sich in seinem Gesuch zu verpflichten:

1. vor dem 31. December des auf das Jahr der Verleihung folgenden Jahres über den Stand der betreffenden Arbeit sowie nach Abschluss der Arbeit über deren Verlauf und Ergebniss an die Akademie zu berichten;
2. falls er während des Genusses des Stipendiums an einem der Palilientage (21. April) in Rom verweilen sollte, in der öffentlichen Sitzung des Deutschen Instituts, sofern dies gewünscht wird, einen auf sein Unternehmen bezüglichen Vortrag zu halten:
3. jede durch dieses Stipendium geförderte Publication auf dem Titel zu bezeichnen als herausgegeben mit Beihülfe des Eduard Gerhard-Stipendiums der Königlichen Akademie der Wissenschaften;
4. drei Exemplare jeder derartigen Publication der Akademie einzureichen.

Ausgegeben am 7. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

